NR IND 372161

praktyczny Elektronik

WWW.PE.COM.PL

nr 7’2001 (108) CENA 5,80 PLN ISSN 1232-2628

Tuner FM Hi-Fi

Automatyzacja centralnego ogrzewania

Combo gitarowe – – korektor graficzny

Uniwersalny moduł startowy

TONSIL

ISSN 1232-2628





Monstrum

Czasami, obserwując postęp w elektronice, zastanawiam się co nowego uda się jeszcze wymyślić. Jaki nowy rewelacyjny układ scalony jeszcze powstanie i czym zaskoczą nas krzemowi giganci. Po takich rozważaniach zawsze nasuwa mi się wniosek, że coś nowego naprawdę przełomowego chyba już nie powstanie. Epoka Darlingtonów, Wienów, Zenerów, Graetzów i innych elektroników minęła bezpowrotnie. Malkontenci zarzucą mi od razu, że zawsze widzę wszystko w czarnych kolorach. Może to i racja, ale proszę zauważyć, że w ciągu ostatnich trzydziestu chyba lat nie pojawił się pojedynczy geniusz który zapisałby się swoim nazwiskiem w elektronice. Jest to raczej rzeczą normalną, olbrzymie projekty jaki się dziś realizuje są bezimienne, gdyż jeden człowiek nie jest w stanie ogarnąć całej złożoności zadania które realizuje wraz z setkami anonimowych tak jak on inżynierów, fizyków, chemików i licho wie kogo tam jeszcze.

Z drugiej strony ten zmyślny zespół ludzi zbudował niedawno największy i najpotężniejszy komputer jaki kiedykolwiek istniał. Znając życie niedługo zapewne nowa maszyna spróbuje swoich sił w modnej od wielu lat walce maszyny z żywym człowiekiem na szachownicy. Takie pojedynki budzą we mnie śmiech. Z jednej strony potęga nowoczesnej nauki, pot setek ludzi wsiąkający w deski kreślarskie, a właściwie w klawiatury komputerów, a z drugiej strony samotny szary człowiek ze swoimi zwojami nerwowymi i tytułem arcymistrza. Kto wygra ten pojedynek dziś trudno jest powiedzieć, komputery są coraz szybsze. Nawet jeżeli arcymistrz przegra go, to wstanie od stołu dłonią odgarnie opadający kosmyk włosów i zadowoli się zwykłym obiadem, kieliszkiem wina. Monstrum które go pokona potrzebuje natomiast megawatogodziny energii elektrycznej. W dobie obstawania przy ekologii kto tu jest mistrzem?

Redaktor Naczelny
Dariusz Cichoński



Spis treści

Tuner FM Hi-Fi 4
Pomysły układowe - Jak zmniejszyć zniekształcenia nieliniowe generatora RC? 9
Automatyzacja centralnego ogrzewania 14
Kupon zamówień na płyty CD i prenumeratę 19
Karta zamówień na płytki drukowane 20
Katalog Praktycznego Elektronika – – Transformatory sieciowe cz. 5 21
Giełda PE 23
Listy 24
Wzmacniacze mocy – – wzmacniacze przeciwsobne klasy A 25
Combo gitarowe - korektor graficzny 27
Przebudowa Comba gitarowego na mini mikser 32
Uniwersalny moduł startowy 35
Wykaz płytek drukowanych, układów programowanych i innych elementów 40
Nowości RTV 43

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Orientacyjny czas oczekiwania wynosi 3 tygodnie. Zamówienia na płytki drukowane, układy programowane i zestawy prosimy przesyłać na kartach pocztowych, na kartach zamówień zamieszczanych w PE, faksem lub pocztą elektroniczną. Koszt wysyłki wynosi 10 zł bez względu na kwotę pobrania. W sprzedaży wysyłkowej dostępne są archiwalne numery „Praktycznego Elektronika”, wykazy numerów na stronie 20. Kserokopie artykułów i całych numerów, których nakład został wyczerpany wysyłamy w cenie 2,50 zł za pierwszą stronę, za każdą następną 0,50 zł + koszty wysyłki.

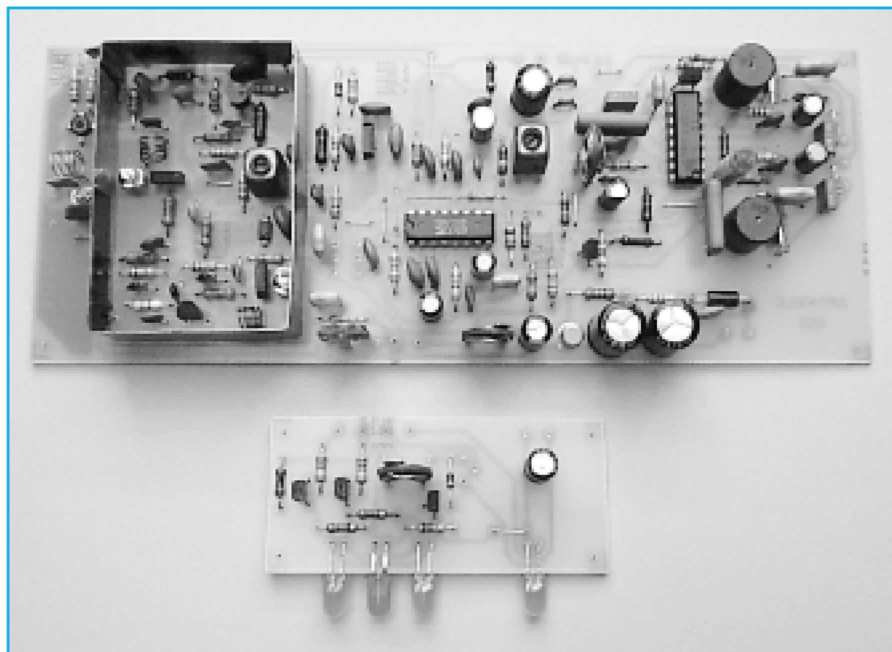
Adres Redakcji:
„Praktyczny Elektronik”
ul. Jaskółcza 2/5
65-001 Zielona Góra
tel/fax.: (0-68) 324-71-03 w godzinach 8⁰⁰-10⁰⁰
e-mail: redakcja@pe.com.pl; http://www.pe.com.pl
Redaktor Naczelny:
mgr inż. Dariusz Cichoński
Skład komputerowy i projekt okładki:
Krzysztof Kubik
e-mail: k.kubik@pe.com.pl

Zdjęcie na okładce: Ireneusz Konieczny

Druk: ORO DRUCK Poland, sp. z o.o., ul. Chłapowskiego 32, 66-003 Zabór

Tuner FM Hi-Fi

Prezentowane w naszym czasopiśmie rozwiązania wzmacniaczy mocy i przedwzmacniaczy zachęciły mnie do opracowania tunera czyli odbiornika sygnałów radiowych z modulacją częstotliwości o odpowiedniej jakości dla zrealizowania tzw. amplitunera. Trudności ze zdobyciem najnowszych podzespołów spowodowały, że do budowy tunera wykorzystać można podzespoły z zapasów lub demontażu. Rozwiązanie prezentuje wprawdzie stan techniki sprzed kilkunastu lat ale jest tak samo skuteczne jak realizowane obecnie z wykorzystaniem nowoczesnych podzespołów. Układ jest źródłem sygnału stereofonicznego m.cz. do podłączenia do wzmacniacza m.cz. Posiada diodowy wskaźnik dostrojenia i wskaźnik odbioru audycji stereofonicznej.



Dane techniczne:

Zakres częstotliwości odb.	87,5÷108 MHz
Częstotliwość pośr.	10,7 MHz
Czułość użytkowa (SEM)	2 μV
Impedancja wejściowa	75 Ω
Próg ograniczania	4 μV
Selektancja (±300 kHz)	46 dB
Tłumienie p.cz.	70 dB
Tłumienie sygnałów lustrz.	40 dB
Napięcie wyjściowe m.cz.	300 mV
Zniekształcenia nieliniowe	1%
Tłumienie przesłuchu	35 dB
Stosunek sygnał/zakłócenia	50 dB
Napięcie zasilania (tor sygnałowy)	+12 V (stab.)
Pobór prądu	120 mA
Napięcie zasilania (strojenie)	+40 ÷50 V
Pobór prądu	5 mA

Opis podzespołów

Tuner składa się z głowicy w.cz., wzmacniacza p.cz. z demodulatorem, dekodera stereofonicznego, układu strojenia i zestawu wskaźników z diodami luminescencyjnymi.

Na wejściu głowicy w.cz. zastosowano dwubramkowy tranzystor polowy z izolowaną bramką BF 964. Umożliwia on proste rozwiązanie wzmacniacza w.cz. oraz skuteczne działanie automatycznej regulacji wzmocnienia. Jego korzystną cechą jest bardzo niski współczynnik szumów pozwalający na uzyskanie dużej czułości użytkowej. Pozostałe tranzystory w głowicy są tranzystorami bipolarnymi npn.

Jako wzmacniacz częstotliwości pośredniej i demodulator FM zastosowano układ UL 1200N produkowany kiedyś przez CEMI na licencji. Oryginał nazywa się TDA1200 i był produkowany przez wiele światowych firm półprzewodnikowych. W wydaniu japońskim oznaczany jest jako HA1137W.

Zawiera w swoim wnętrzu trójstopniowy wzmacniacz p.cz. Każdy stopień wyposażony jest w detektor poziomu sygnału. Informacje o poziomie sygnału są sumowane i poprzez wzmacniacz WP wyprowadzane na wyprowadzenie 13. Napięcie z wyprowadzenia 13 wykorzystane jest do sterowania zewnętrznym wskaźnikiem poziomu sygnału. Napięcie to wzrasta wraz z poziomem sygnału.

Informacja o poziomie sygnału z I stopnia (wyprowadzenie 15) jest wykorzystywana jako napięcie ARW do sterowania wzmocnieniem wzmacniacza w.cz. w głowicy. Napięcie to maleje ze wzrostem poziomu sygnału wejściowego.

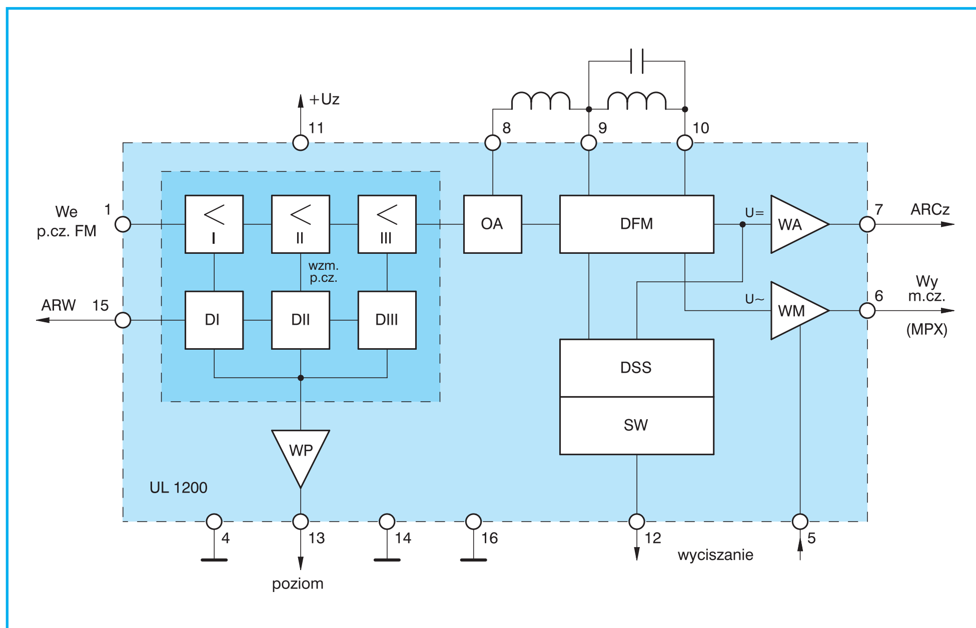
Kolejnym stopniem wzmocnienia jest ogranicznik amplitudy OA. Sygnał z ogranicznika podawany jest do przesuwnika fazy demodulatora i samego demodulatora DFM. Demodulator tzw. koincydencyjny wymaga zewnętrznego przesuwnika fazy składającego się indukcyjności 22 μH i równoległego obwodu rezonansowego. Podłączone są one do wyprowadzeń 8, 9, 10 układu.

Składowa stała z wyjścia demodulatora wykorzystywana jest do automatycznej regulacji częstotliwości (ARCz.) i przez wzmacniacz WA podawana do wyprowadzenia 7. Składowa zmienna przez wzmacniacz o regulowanym wzmocnieniu WM podawana jest do wyprowadzenia 6. Jest to sygnał wyjściowy m.cz. - w przypadku audycji stereofonicznej nazywany sygnałem MPX. Regulacja wzmocnienia umożliwia proste rozwiązanie wyciszania sygnału dla uniknięcia szumu podczas przestrajania odbiornika.

W tym celu układ zawiera wewnętrzne detektory poziomu sygnału i prawidłowego dostrojenia DSS, których sygnały są sumowane w układzie SW i jako sygnał wyciszania podawane na wyprowadzenie 12. Przy odstrojeniu lub słabym sygnale napięcie na wyprowadzeniu 12 wynosi około 4 V. Spada do co najmniej 2 V przy dostrojeniu i odpowiednio silnym sygnale.

Bardzo dobre parametry układu spowodowały jego powszechne stosowanie w sprzęcie Hi-Fi. Wymaga on filtru p.cz. o tzw. skupionej selektywności instalowanego na wejściu. Filtr taki składa się najczęściej z dwóch filtrów ceramicznych 10,7 MHz zapewniających łącznie selektancję około 40 dB. Tłumienie sygnału p.cz. wprowadzane przez filtry wymaga dodatkowego stopnia wzmacniającego realizowanego najczęściej na tranzystorze bipolarnym.

Aby uzyskać sygnał stereofoniczny niezbędny jest dekoder stereofoniczny. W naszym tunerze wykorzystamy także układ produkowany kiedyś w kraju o oz-



Rys. 1 Schemat blokowy układu UL1200N

naczeniu UL 1621N. Jego protoplastą jest układ TCA 4500A.

Jest to chyba pierwszy dekoder pozbawiony indukcyjności w układzie odtwarzania podnośnej 38 kHz dzięki zastosowaniu tzw. pętli fazowej PLL. Sam układ dekodowania pracuje jako dekoder przełącznikowy.

Sygnał wejściowy MPX o odpowiednim poziomie podawany jest przez wyprowadzenie 1 i wzmacniacz W1. Kondensator podłączony do wyprowadzeń 2 i 12 pełni role filtru górnoprzepustowego podającego składowe sygnału o wyższych częstotliwościach do układu odtwarzania podnośnej. Pełny sygnał MPX podawany jest do przełącznika elektronicznego PE.

Układ odtwarzania podnośnej składa się z układu porównania fazy UPF, filtru dolnoprzepustowego FDP, generatora RC przestrajanego napięciowo VCO i dwóch dzielników częstotliwości (:6 i :2). Generator wykorzystuje kondensator i rezystor dołączone do wyprowadzenia 15. Rezystorem ustala się wstępnie częstotliwość na 228 kHz. Sygnał o tej częstotliwości jest dostępny na wyprowadzeniu 11. Podział przez 6 daje częstotliwość podnośną 38 kHz niezbędną do sterowania przełącznikiem dekodera PE. Dalszy podział przez 2 daje 19 kHz podawane do układu porównania fazy. W układzie UPF jest ona porównywana z częstotliwością pilota (19 kHz) zawartego w sygnale MPX. Napięcie stałe z UPF jest filtrowane w filtrze FDP i podawane do przestrojenia generatora VCO. Przestrojenie odbywa się w takim kierunku żeby uzyskać zgodność częstotliwości obu sygnałów 19 kHz a nawet zgodność ich faz. Odbywa się to automatycznie i zapewnia bardzo dobre warunki pracy dekodera.

Dodatkowo układ zawiera detektor sygnału pilota DP wykorzystywany do włączania dekodera przy jego obecności. Do wyprowadzenia 9 można podłączyć zewnętrzny wyłącznik blokujący przez zwarcie do masy pracę dekodera. Sygnał z detektora pilota podawany jest do przerzutnika PS, którego sygnał wyjściowy uruchamia przełącznik PE oraz przez wzmacniacz W2 jest podawany do wyprowadzenia 7. Podłączona do tego wyprowadzenia dioda luminescencyjna sygnalizuje odbiór audycji stereofonicznej i działanie dekodera. Diodę łączy się przez rezystor do + zasilania.

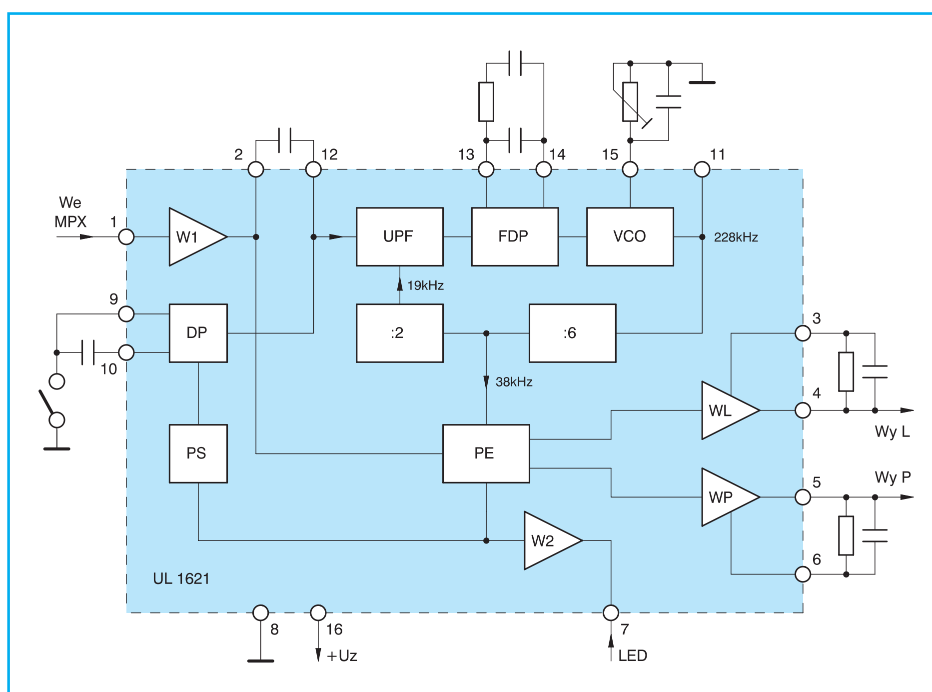
Sygnały kanałów lewego i prawego uzyskiwane są na wyjściach przełącznika PE i przez wzmacniacze WL i WP podawane na wyjścia 4 i 5 dekodera. Rezystor z kondensatorem dołączone do wyjść realizują sprzężenie zwrotne zależne od częstotliwości tzw. deemfazę (tłumienie wysokich częstotliwości uwypuklanych w nadajniku).

Wysoki poziom sygnału pilota i podnośnej wymaga zastosowania rozbudowanych filtrów LC na wyjściu każdego kanału.

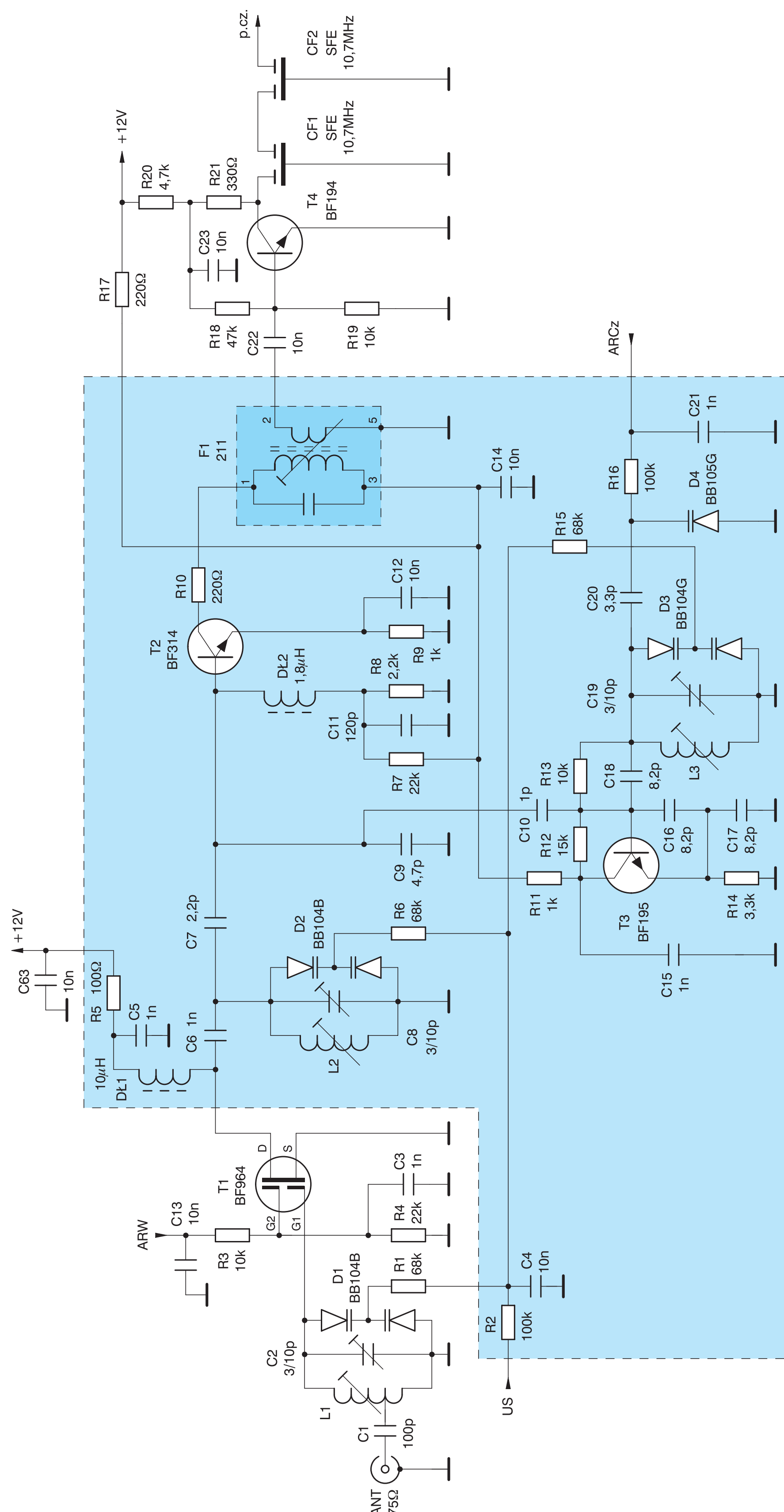
W układzie strojenia specyficznym podzespołem jest układ UL1550L. Jest to stabilizator napięcia strojenia. Podłączany jest podobnie jak dioda Zenera i zapewnia napięcie stabilizowane 33 V o odpowiedniej zależności termicznej dla skompensowania wpływu temperatury na diody pojemnościowe.

Schemat i działanie

Wejście tunera dostosowane jest do przewodu koncentrycznego o impedancji falowej 75 Ω. Przez kondensator C1 sygnał po-



Rys. 2 Schemat blokowy układu UL1621N



Rys. 3a Schemat ideowy tunera - głowica

dawany jest na odczep cewki L1 pracującej w wejściowym obwodzie rezonansowym. Odczep ten zapewnia odpowiednie dopasowanie impedancji anteny do wejścia tranzystora T1. Przestrajanie obwodu wejściowego realizowane jest za pomocą podwójnej diody pojemnościowej BB 104B. Podwójna dioda pojemnościowa jest mniej podatna na niekorzystne oddziaływanie dużych sygnałów dzięki przeciwnemu połączeniu obu diod dla sygnału.

Tranzystor T1 pracuje w układzie ze wspólnym źródłem. Do bramki G2 doprowadzone jest napięcie regulujące wzmocnienie ARW. Dren tranzystora zasilany jest równolegle przez dławik DŁ1 i rezystor R5.

Obwód wyjściowy wzmacniacza w.cz. podłączony jest przez kondensator C6. Jest to pojedynczy obwód rezonansowy sprzężony z tranzystorem mieszacza T2 dzielnikiem pojemnościowym C7, C9.

Mieszacz pracuje w układzie ze wspólnym emiterem. Na bazę T2 oprócz sygnału wejściowego przez kondensator C10 podawany jest sygnał heterodyny. Dławik DŁ2 wraz z pojemnością C11 stanowią eliminator częstotliwości pośredniej 10,7 MHz. Z kolektora T2 przez rezystor R10 sygnał pośredniej częstotliwości uzyskany w wyniku przemiany podawany jest do filtru F1 i dalej przez uzwojenie sprzęgające do wzmacniacza pośredniej częstotliwości.

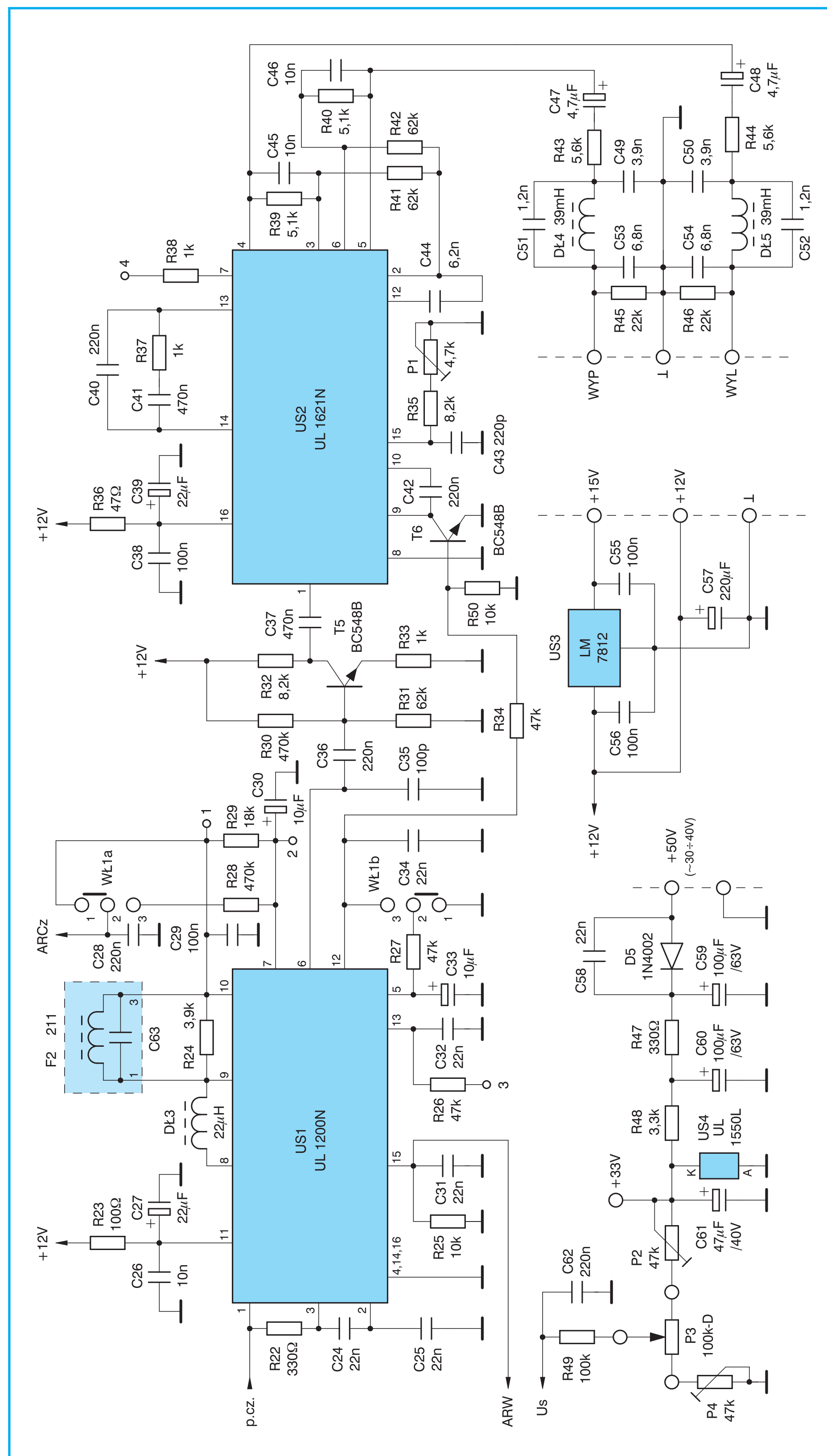
Heterodyna zrealizowana na tranzystorze T3 pracuje w układzie ze wspólnym kolektorem. Poprawia to liniowość elementu czynnego i zmniejsza ilość harmonicznych w wytwarzanym przez nią sygnale. Obwód rezonansowy heterodyny przestrajany jest diodą pojemnościową BB104G o specjalnie ukształtowanej charakterystyce pojemności dla uzyskania poprawy współbiegu z obwodami wejściowym i wyjściowym wzmacniacza w.cz. Sygnał heterodyny pobierany jest z bazy T3.

Przestrajanie obwodów odbywa się przez zmianę napięcia stałego doprowadzonego do diod pojemnościowych. Napięcie strojenia Us podawane jest przez rezystor R2 i następnie rezystory R1, R6 i R15 do poszczególnych diod. Filtrowane jest kondensatorem C4.

Do obwodu rezonansowego heterodyny dołączona jest przez konden-

sator C20 pojedyncza dioda pojemnościowa BB 105G służąca do automatycznej regulacji częstotliwości. Przez rezystor R16 doprowadzone jest do niej napięcie ARCz.

Sygnał p.cz. z filtru F1 podawany jest na bazę tranzystora T4 pracującego w układzie ze wspólnym emiterem jako wzmacniacz z obciążeniem rezystancyjnym (R21). Jego zadaniem jest skompensowanie tłumienia wprowadzanego przez filtry ceramiczne CF1 i CF2. Filtry te zapewniają właściwą selekcję sygnału p.cz. (10,7 MHz).



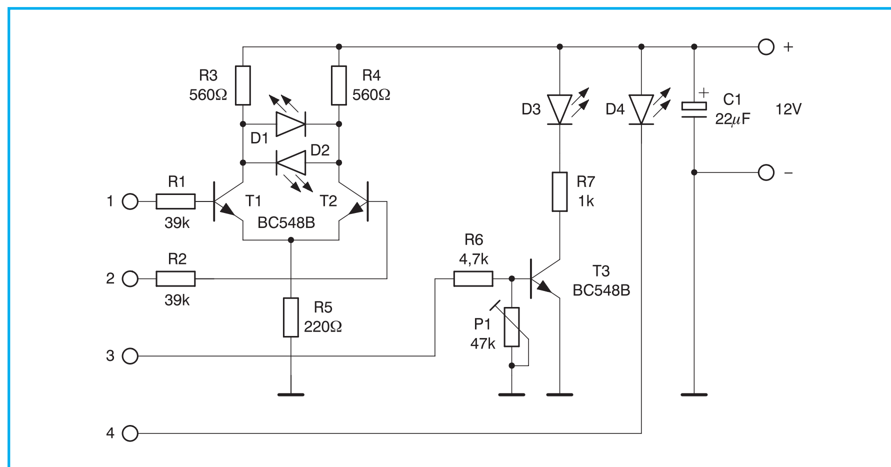
Rys. 3b Schemat ideowy tunera - p.cz. i stereo dekoder

Z filtru CF2 sygnał podawany jest na wyprowadzenie 1 US1. Jest to wejście scalonego wzmacniacza p.cz. Elementy DŁ3, F2 i R24 stanowią przesuwnik fazy demodulatora częstotliwości. Sygnał m.cz. dostępny jest na wyprowadzeniu 6. Z wyprowadzenia 7 pobierane jest napięcie ARCz, które następnie przez rezystor R28 podawane jest do przełącznika WŁ1a. Po wciśnięciu przełącznika podawane jest do głowicy w.cz. Z wyprowadzenia 15 uzyskiwane jest napięcie ARW podawane dalej do głowicy w.cz. Z wyprowadzenia 13 przez rezystor R26 pobierane jest napięcie do wskaźnika poziomu sygnału. Napięcie wyciszania uzyskuje się na wyprowadzeniu 12. Jest ono przez rezystor R34 podawane do tranzystora T6 pełniącego rolę automatycznego przełącznika mono-stereo. Przełącznik WŁ1b służy do włączenia wyciszania sygnału podczas dostrajania. Przełączniki te mogą być przełączane wspólnie lub oddzielnie.

Sygnał m.cz. przez kondensator C36 podawany jest do wzmacniacza m.cz. na tranzystorze T5. Jego zadaniem jest podniesienie poziomu sygnału doprowadzanego do dekodera stereo dla zapewnienie mu optymalnych warunków pracy. Wzmocniony sygnał MPX podawany jest na wejście 1 US2. Przy pracy mono (otwarty tranzystor T6) jest on podawany bezpośrednio na wyjścia L i P (4, 5) jako sygnał monofoniczny. Zablokowanie tranzystora T6 pozwala na dekodowanie sygnału stereofonicznego.

Do ustalenia początkowej częstotliwości generatora VCO służy rezystor nastawny P1. Obecność sygnału pilota o odpowiednim poziomie przy prawidłowo ustawionej częstotliwości VCO spowoduje automatyczne włączenie dekodera, które objawi się zaświeceniem diody luminescencyjnej podłączonej przez rezystor R38 do wyprowadzenia 7. Na wyjściach 4 i 5 pojawią sygnały stereofoniczne L i P. Kondensatory C45 i 46 realizują deemfazę sygnału m.cz.

Przez kondensatory C47 i C48 sygnały L i P podawane są do filtrów wyjściowych zrealizowanych z wykorzystaniem dławików DŁ4, DŁ5 i towarzyszących im pojemności. Są to filtry dolnoprzepustowe a ich zadaniem jest wytłumienie sygnałów pilota, podnośnej i wstęgi różnicowej sygnału MPX.



Rys. 4 Układ wskaźników

Sygnał wyjściowy tunera uzyskuje się na wyjściach WYL i WYP.

Do zasilania toru sygnałowego przewidziano napięcie stabilizowane 12 V. Na płytce można zamontować stabilizator umożliwiający uzyskanie tej wartości napięcia. Pobór prądu wynosi około 90 mA.

Odrębny zasilacz przewidziano dla uzyskania napięcia strojenia Us. Może on korzystać z zasilania napięciem stałym około 50 V lub napięciem zmiennym o wartości skutecznej 30÷40 V. Umożliwia to prostownik jednopo-łówkowy na diodzie D5. Wyprostowane i odfiltrowane napięcie jest następnie stabilizowane układem US4 na wartość 33 V. Rezystor nastawny P2 służy do ustawienia górnej wartości napięcia strojenia na 27 V. Rezystorem P4 ustawia się minimalną wartość napięcia strojenia na 3 V. Potencjometr P3 służy do regulacji napięcia strojenia a więc do strojenia tunera. Napięcie strojenia jest dodatkowo filtrowane rezystorem R49 i kondensatorem C62. Możliwe jest dołączenie dowolnego programatora do wyjścia +33 V.

Układ wskaźników zawiera trzy wskaźniki diodowe. Pierwszy to wskaźnik zera (D1, D2) umożliwiający dokładne dostrojenie, drugi to wskaźnik poziomu sygnału (D3) i trzeci to wskaźnik stereo (D4).

Sygnały do wskaźników pobierane są z płytki tunera. Punkty podłączeń posiadają takie same oznaczenia cyfrowe. Wejścia 1 i 2 to wejścia wskaźnika zera. Sygnały pobierane są z wyprowadzeń 10 (napięcie 5,6 V) i 7 (ARCz) – układu US1. W zależności od wartości napięcia ARCz wzmacniacz różnicowy T1, T2 powoduje świecenie jednej z diod (D1, D2) lub ich wygaszenie przy dokładnym dostrojeniu do odbieranej stacji.

Sygnał do wskaźnika poziomu pobierany jest z wyprowadzenia 13 US1 przez rezystor R26 i następnie rezystor R6. Rezystor nastawny P1 służy do regulacji zakresu świecenia diody D3, która jest sterowana przez tranzystor T3.

Dioda wskaźnika stereo podłączona jest do +12 V i jest włączana przez wyprowadzenie 7 US2. Rezystor R38 ogranicza prąd diody do około 10 mA.

Układ wskaźników jest zasilany napięciem stabilizowanym +12 V. Pobór prądu nie przekracza 30 mA.

Montaż i uruchomienie

Płytki drukowane tunera i wskaźników występują w postaci jednej płytki drukowanej od której można odciąć część układu wskaźników przed rozpoczęciem montażu. Przed rozpoczęciem montażu rozwiercić otwory w płytkach do średnic wyprowadzeń posiadanych elementów. Następnie wykonać cewki.

Do wykonania mamy cewki powietrzne jakie zamontujemy w głowicy w.cz. Potrzebne będą dwa odcinki drutu nawojowego w emalii. Jeden o średnicy 0,4÷0,5 mm (0,5 m) i drugi o średnicy 0,6÷0,7 mm (0,25 m).

Cewka L1 składa się z dwóch części nawijanych drutem 0,45 na trzpieniu o średnicy 5 mm. Pierwsza ma 1,5 zwoja a druga 2,5 zwoja. Połączenie między nimi na płytce drukowanej tworzy jednocześnie odczep. Zwrócić uwagę na kierunek nawinięcia odpowiedni do otworów w płytce drukowanej.

Cewka L2 posiada 4,5 zwoja drutu 0,45 mm, które nawiniemy na trzpieniu o średnicy 5 mm.

Cewka L3 ma 4,5 zwoja drutu 0,7 nawiniętego na trzpieniu o średnicy 4 mm. Wyprowadzenia cewek odizolować i pocynować aby możliwy był montaż bezpośrednio na powierzchni płytki zgodnie z układem podanym na rysunku montażowym. Wszystkie dławiki są dławikami kupnymi można je dostać w sklepach z częściami elektronicznymi.

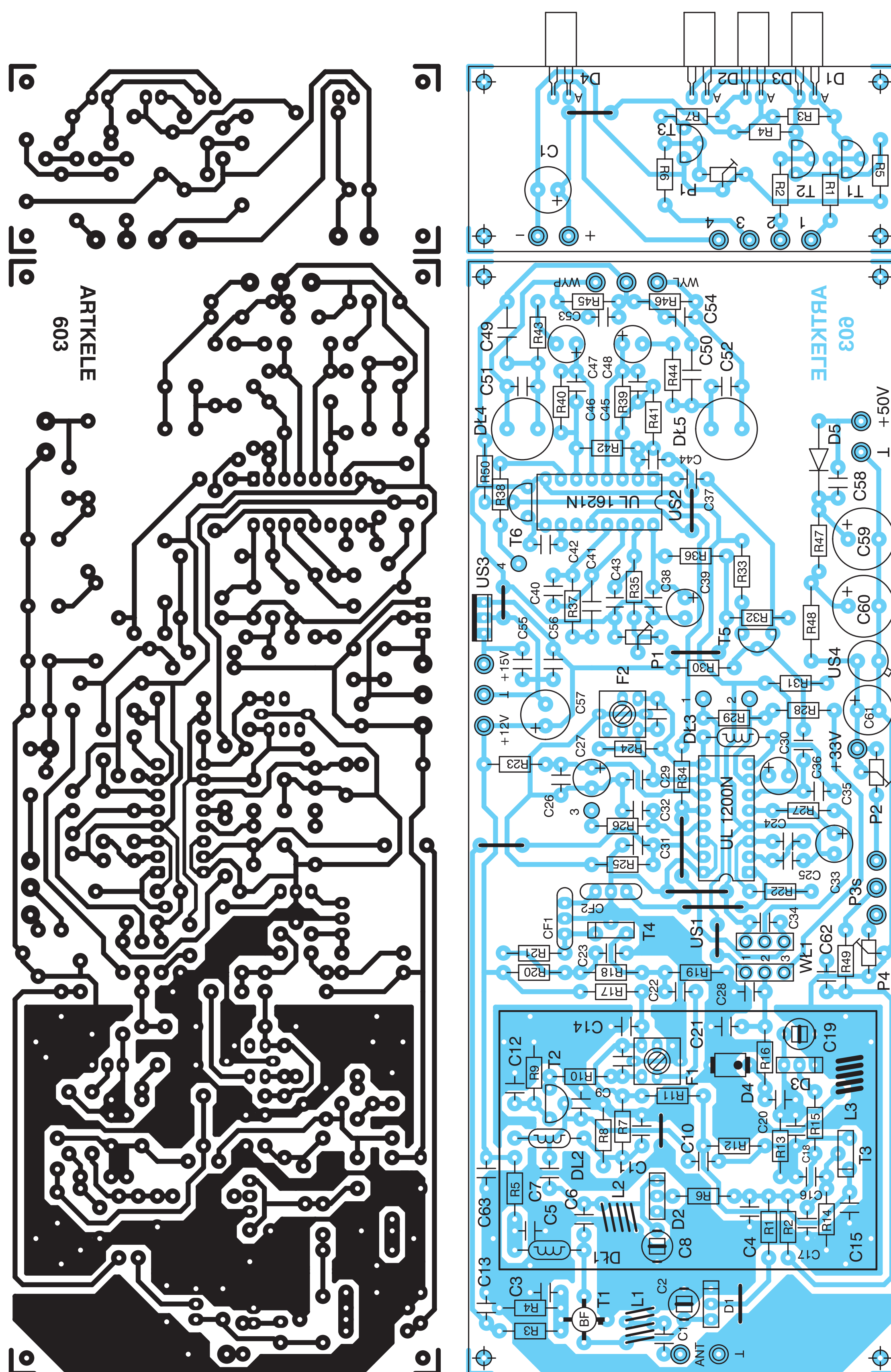
Jako filtry F1 i F2 wykorzystać filtry 7x7 z oznaczeniem 211. Filtry te zawierają wewnątrz kondensator 82 pF. Wykorzystanie filtrów 206 wymaga połączenia punktów 3 i 4 filtru. W razie braku odpowiednich filtrów można je wykonać na karkasie dowolnego filtru 2xx przez nawinięcie 16 zwojów drutem nawojowym o średnicy 0,1 mm, które podłączyć do wyprowadzeń 1 i 3. Filtr F1 wymaga nawinięcia jeszcze dwóch zwojów uzwojenia sprzę-gającego, które podłączyć do wyprowadzeń 2 i 5. Na płytce drukowanej przewidziano miejsce na zewnętrzne kondensatory 82 pF. Jako F2 można wykorzystać także filtr 213 lub 226.

Obszar głowicy w.cz. powinien być zaekranowany. Ekran wykonać z paska blachy cynowanej o grubości 0,35 mm i szerokości 20 mm. Wymiary ekranu wynoszą 41×61 mm. Ekran przylutować do wcześniej zamocowanych odcinków obciętych wyprowadzeń w przewidzianych do tego celu otworach. Zwrócić uwagę na montaż kondensatorów dostrojczych C2, C8 i C19. Sprawdzić omomierzem, które wyprowadzenie jest połączone z wkrętem regulacyjnym i łączyć je do masy. W przeciwnym przypadku bardzo kłopotliwe będzie strojenie wskutek wpływu wkrętaka.

Po zamontowaniu wszystkich elementów należy sprawdzić poprawność montażu a zwłaszcza brak zwarć. Do uruchomienia tunera niezbędny jest zasilacz napięcia stabilizowanego +12 V o wydajności prądowej 120 mA, zasilacz napięcia strojenia 50 V o wydajności 10 mA oraz wzmacniacz m.cz. z głośnikami lub słuchawkami. Do pomiarów potrzebny będzie multimetr, ewentualnie oscyloskop a zalecany do strojenia układów w.cz. i p.cz. jest wobuloskop.

Przy odrobinie wprawy i szczęścia można uruchomić tuner korzystając jedynie z multimetru. Podam sposób na takie właśnie uruchamianie ponieważ właściciele poważniejszej aparatury na pewno wiedzą jak się nią posługiwać.

Układ wskaźników odkładamy na bok i na początek zajmiemy się właściwym tunerem. Zamontować przełącznik WŁ1, ewentualnie tylko zewrzeć styki 1-2 w obu sekcjach. Włączyć zasilanie przez miliamperomierz. Pobór prądu nie powinien prze-



Rys. 5 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

kraczać 90 mA. Sprawdzić napięcia zasilania poszczególnych układów. Na wyprowadzeniu 11 US1 powinno być napięcie około 10 V. Podobnie na wyprowadzeniu 16 US2. Napięcie na kolektorze T5 powinno wynosić około 7,5 V. Na wyprowadzeniu 12

US1 powinno być napięcie 3÷4 V. Na wyprowadzeniu 15 US1 napięcie powinno wynosić 4,5 V. Na drenie T1 napięcie powinno wynosić około 11 V. Na bramce G2 T1 napięcie powinno wynosić około 3 V. Napięcie na kolektorze T2 powinno wynosić około 11 V a na emiterze 0,4 V. Na kolektorze T3 powinno być około 10 V a na emiterze około 3,5 V. Napięcie na kolektorze T4 powinno wynosić około 4 V.

Sprawdzić napięcie 33 V na stabilizatorze US4. Wyregulować zakres zmian napięcia strojenia korzystając z rezystorów nastawnych P2 i P4. Zakres ten powinien wynosić od 3 V do 27 V. Minimalną wartość regulować za pomocą P4 a maksymalną za pomocą P2. Regulacje wykonać przy podłączonym potencjometrze P3. Potencjometr P3 powinien mieć charakterystykę D przewidzianą do strojenia diod pojemnościowych.

Wyjście tunera podłączyć do wzmacniacza m.cz. Po włączeniu zasilania w głośniku powinien być słyszalny szum. Podłączyć antenę do wejścia tunera lub sygnał z generatora w.cz. (marzenie). Ustawić napięcie strojenia na wartość zbliżoną do minimalnej. Rozciągając i ściskając zwoje cewki L3 uzyskać przynajmniej ślady odbioru audycji stacji o najniższej częstotliwości odbieranej w danym rejonie. Można posłużyć się innym odbiornikiem radiowym. Podobnie regulując cewkami L1 i L2 uzyskać większą siłę głosu sygnału. Następnie dostroić na maksimum filtr F1. Filtr F2 wyregulować aby napięcie na wyprowadzeniu 7 US1 wynosiło 5,6 V.

Zmienić napięcie strojenia na wartość zbliżoną do maksymalnej i regulując trymerem C19 uzyskać ślad odbioru stacji o najwyższej częstotliwości. Dostroić trymery C2 i C8 na maksimum sygnału. Życie głowicy tunera to połowa sukcesu. Jeśli nie ma szumu ani śladu audycji trzeba ponownie sprawdzić montaż i elementy.

Przestroić ponownie na najniższe napięcie i sprawdzić odbiór stacji o najniższej częstotliwości. Ewentualnie skorygować dostrojenie L3 a następnie C19 dla najwyższej częstotliwości. W ten sposób określimy zakres odbieranych częstotliwości. Wskazane jest włożenie do cewki L3 kawałka pianki poliuretanowej i zalanie cewki cerezyną lub woskiem ze świeczki. Zmniejszy to możliwość mikrofonowania głowicy w.cz. przy głośnym graniu. Litości dla otoczenia!

Dla dokładnego strojenia przyda się wskaźnik dostrojenia i dlatego podłączyć teraz płytkę wskaźników do odpowiednich punktów na płytce tunera. Nie zapomnieć o podłączeniu zasilania +12 V do płytki wskaźników. Można zamiast wskaźnika dostrojenia podłączyć multimetr do wyprowadzenia 13 US1.

Strojąc indukcyjnościami L1 i L2 uzyskać maksimum sygnału dla najniższej odbieranej częstotliwości, a strojąc trymerami C2 i C8 maksimum sygnału dla najwyższej odbieranej częstotliwości. Operacje te powtórzyć kilkakrotnie ponieważ wpływają na siebie. Następnie dostroić na maksimum filtr F1. Filtr F2 dostroić aby napięcie na wyprowadzeniu 7 wynosiło 5,6 V. Tyle cały czas wynosi napięcie na wyprowadzeniu 10 US1. Nie powinny świecić diody D1 i D2 wskaźnika zera. Odstrojenie w jedną a następnie w drugą stronę powinno powodować zaświecanie i gaśnięcie diod wskaźnika zera oraz gaśnięcie wskaźnika poziomu sygnału.

Po dokładnym dostrojeniu do stacji nadającej program stereofoniczny zewrzeć bazę i emiter T6. Regulując rezystorem nastawnym P1 spowodować zaświecenie diody D4 wskaźnika stereo. Ustawić P1 w punkcie środkowym zakresu regulacji odpowiadającej świeceniu diody. W głośnikach powinna być słyszalna audycja stereofoniczna. Rozewrzeć bazę T6 od emitera. Przy dostatecznym poziomie sygnału jeśli napięcie na wyprowadzeniu 12 US1 jest poniżej 2 V dekoder powinien się włączyć bez zwierania bazy i emitera.

Zestrojony i uruchomiony tuner można zamontować w obudowie amplitunera i sprawdzić działanie całości. Sprawdzić działanie ARCz i wyciszania szumów po wciśnięciu przełącznika WŁ1.

Życzę dobrego odbioru.

Wykaz elementów: tuner

Półprzewodniki	
US1	– UL 1200N, TDA 1200
US2	– UL 1621N, TCA 4500A
US3	– LM 7812
US4	– UL1550L, TAA550
T1	– BF 964, BF 961
T2	– BF 314
T3	– BF 195, BF 241
T4	– BF 194, BF 241
T5	– BC 548B
D1, D2	– BB 104B
D3	– BB 104G
D4	– BB 105G
US1	– UL 1200N, TDA 1200

Rezystory	
R36	– 47 Ω/0,25 W
R5, R23	– 100 Ω /0,25 W
R10, R17	– 220 Ω /0,125 W
R21, R22	– 330 Ω /0,125 W
R47	– 330 Ω /0,25 W
R9, R11, R37, R38	– 1 kΩ/0,125 W
R8, R33	– 2,2 kΩ /0,125 W
R14, R48	– 3,3 kΩ /0,5 W
R24	– 3,9 kΩ /0,125 W
R20	– 4,7 kΩ /0,125 W
R39, R40	– 5,1 kΩ /0,125 W
R43, R44	– 5,6 kΩ /0,125 W
R32, R35	– 8,2 kΩ /0,125 W
R3, R13, R19, R25, R50	– 10 kΩ /0,125 W
R12	– 15 kΩ /0,125 W
R29	– 18 kΩ /0,125 W
R4, R7, R45, R46	– 22 kΩ /0,125 W
R18, R26, R27, R34	– 47 kΩ /0,125 W
R41, R42	– 62 kΩ /0,125 W
R1, R6, R15	– 68 kΩ /0,125 W
R2, R16, R31, R49	– 100 kΩ /0,125 W
R28, R30	– 470 kΩ /0,125 W
P1	– 4,7 kΩ TVP1232
P2, P4	– 47 kΩ TVP1232
P3	– 100 kΩ D

Kondensatory	
C10	– 1 pF/50 V ceramiczny
C7	– 2,2 pF/50 V ceramiczny
C20	– 3,3 pF/50 V ceramiczny
C9	– 4,7 pF/50 V ceramiczny
C16, C17, C18	– 8,2 pF/50 V ceramiczny
C1, C35	– 100 pF/50 V ceramiczny
C11	– 120 pF/50 V ceramiczny
C43	– 220 pF/63 V KSF-020

Kondensatory	
C3, C5, C15, C21	– 1 nF/50 V ceramiczny
C51, C52	– 1,2 nF/63 V KSF-020
C49, C50	– 3,9 nF/63 V MKSE-20
C44	– 6,2 nF/63 V MKSE-20
C53, C54	– 6,8 nF/63 V MKSE-20
C4, C12, C13, C14, C22, C23, C26, C63	– 10 nF/50 V ceramiczny
C45, C46	– 10 nF/63 V MKSE-20
C24, C25, C31, C32, C34	– 22 nF/50 V ceramiczny
C58	– 22 nF/100 V MKSE-20
C29, C38, C56, C55	– 100 nF/63 V MKSE-20
C28, C36, C40, C42	– 220 nF/63 V MKSE-20
C37, C41	– 470 nF/63 V MKSE-20
C47, C48	– 4,7 μF/25 V

C30, C33	– 10 μF/25 V
C27, C39	– 22 μF/16 V
C61	– 47 μF/40 V
C59, C60	– 100 μF/63 V
C57	– 220 F/16 V
C2, C8, C19	– trymer 3/10 pF
Inne	
L1, L2, L3	– patrz tekst
F1, F2	– filtr 7×7 211
DŁ2	– dławik 1,8 μH
DŁ1	– dławik 10 μH
DŁ3	– dławik 22 μH
DŁ4, DŁ5	– dławik 39 mH
płytka drukowana numer 603	

Wykaz elementów: układ wskaźników

Półprzewodniki	
T1, T2, T3	– BC 548B
D1, D2, D3	– LED zielony
D4	– LED czerwony
Rezystory	
R5	– 220 Ω/0,125 W
R3, R4	– 560 Ω/0,125 W
R7	– 1 kΩ/0,125 W
R6	– 4,7 kΩ/0,125 W
R1, R2	– 39 kΩ/0,125 W
P1	– 47 kΩ TVP1232
Kondensatory	
C1	– 22 μF/16 V
płytka drukowana numer 603	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 603 – 15,50 zł
+ koszty wysyłki (10 zł).

◊ R.K.

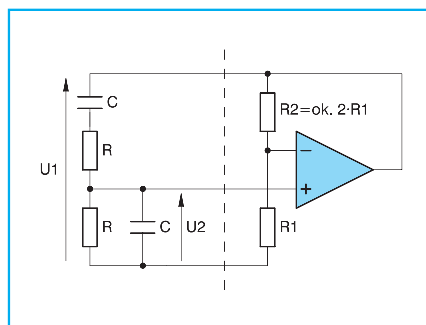
Jak zmniejszyć zniekształcenia nieliniowe generatora RC?

Jedną z najważniejszych własności generatora decydującą o jego jakości są zniekształcenia nieliniowe. Miarą tych zniekształceń jest zawartość harmonicznych w sygnale wyjściowym generatora czyli składowych o częstotliwościach stanowiących wielokrotność częstotliwości sygnału podstawowego. Zmniejszenie zniekształceń nieliniowych sprowadza się więc do wytłumiania harmonicznych Niżej omówione są praktyczne działania zmierzające do zmniejszenia zawartości w generatorach nazywanych w literaturze sprzężeniowymi, które ponadto mogą być przestrajane w sposób ciągły w szerokich granicach. Najpopularniejszym przedstawicielem układów tej grupy jest generator z mostkiem Wiena, dlatego najpierw będzie wyjaśnione jakich zniekształceń należy spodziewać się w generatorach tego typu.

Zniekształcenia nieliniowe generatorów z mostkiem Wiena

Rys. 1 przedstawia uproszczony schemat generatora z mostkiem Wiena. Mostek składa się z części selektywnej utworzonej przez jednakowe dwa rezystory R i dwa kondensatory C oraz z oporowego dzielnika napięcia zestawionego z rezystorów *R1* i *R2*. Rezystancja jednego z tych rezystorów jest uzależniona od napięcia wyjściowego generatora celem stabilizacji amplitudy.

Określenie zniekształceń nieliniowych takiego generatora staje się łatwiejsze, gdy jako układ wzmacniający potraktujemy dzielnik napięcia razem ze wzmacniaczem. Ten człon jest oddzielony na rys. 1 przerywaną linią od selektywnej części układu. Przy częstotliwości wejściowego napięcia *U1* części selektywnej równej:



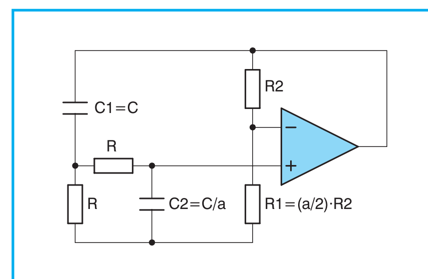
Rys. 1 Uproszczony schemat generatora z mostkiem Wiena

$$f_0 = \frac{1}{2\Pi RC}$$

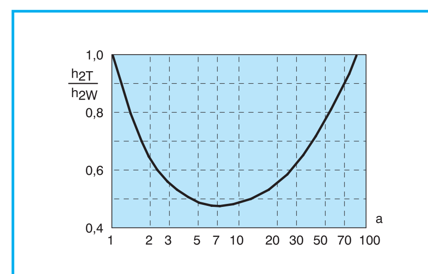
napięcie wyjściowe *U2* jest największe, wynosi *U1*/3 i jest zgodne fazowo z napięciem wejściowym. Zauważmy, że część selektywna RC jest gałęzią dodatniego sprzężenia zwrotnego β dołączoną do układu wzmacniającego Znany wzór na wzmocnienie k_2 wzmacniacza ze sprzężeniem zwrotnym:

$$k_2 = \frac{k_1}{1-\beta k_1}$$

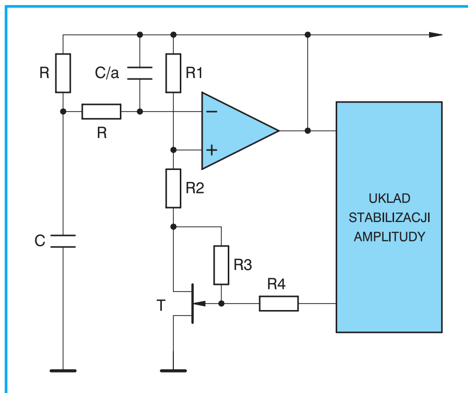
wyjaśnia, że jeśli $\beta=U2/U1=1/3$ to, gdy wzmocnienie układu wzmacniającego $k_1=3$, mianownik $(1-\beta k_1)=0$. Zatem dla częstotliwości f_0 wzmocnienie $k_2=\infty$ co oznacza, że cały układ staje się wtedy generatorem. W wyniku działania dodatniego sprzężenia zwrotnego wzmocnienie k_2 jest większe od 3 również dla częstotliwości różniących się od f_0. Obliczone wartości k_2 dla 2-giej harmonicznej ($2f_0$) i 3-ciej ($3f_0$) wynoszą odpowiednio 6,7 i 4,5. Oznacza to, że w porównaniu ze wzmacniaczem pracującym bez dodatniego sprzężenia zwrotnego zniekształcenia nieliniowe spowodowane na przykład występowaniem drugiej harmonicznej będą w układzie generatora z mostkiem Wiena około 2,23 razy większe. Na szczęście zniekształcenia układu wzmacniającego są na ogół bardzo małe, gdyż zostały zmniej-



Rys. 2 Uproszczony schemat generatora z trójnikiem zbocznikowane T



Rys. 3 Względna zależność zawartości drugiej harmonicznej generatora mostkowego z trójnikiem zbocznikowane T w zależności od stosunku pojemności a=C1/C2. Zawartość drugiej harmonicznej generatora z mostkiem Wiena h_{2W} służy jako odniesienie.



Rys. 4 Uproszczony schemat generatora mostkowego z trójnikiem zbocznikowane T w gałęzi ujemnego sprzężenia zwrotnego i tranzystorem polowym regulującym sprzężenie dodatnie

szone w wyniku działania ujemnego sprzężenia zwrotnego wprowadzanego dzielnikiem *R1*, *R2*.

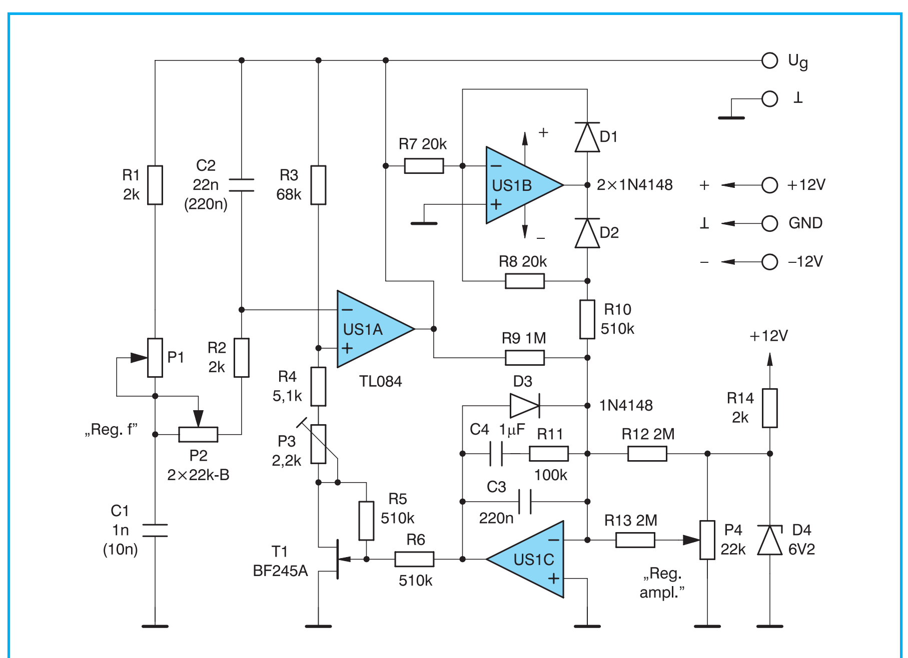
Według uproszczonej teorii sprzężenia zwrotnego zniekształcenia maleją w tym samym stosunku co wzmocnienie. Jeśli więc wzmocnienie wzmacniacza z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego wynosiło k_0, to zniekształcenia układu wzmacniającego zmniejszyły się (k_0/3)-krotnie. Na przykład jeśli dla drugiej harmonicznej k_0=670 to zawartość tej harmonicznej w układzie generatora zmniejszy się w przybliżeniu (670/3)/2,23=ok. 100-krotnie. Przykład ten pokazuje, że duże wzmocnienie k_0 może mieć decydujący wpływ na zmniejszenie zawartości harmonicznych spowodowanych zniekształceniami wzmacniacza. Jednak założenie, że wskutek działania ujemnego sprzężenia zwrotnego zniekształcenia zmniejszą się w takim samym stosunku w jakim zmniejszyło się wzmocnienie, jest raczej optymistyczne. Nie uwzględnia się faktu, że w odcinkach charakterystyki w których powstają zniekształcenia, wzmocnienie odbiega od wartości średniej i jest na ogół mniejsze. W skrajnym przypadku, gdy w wyniku przesterowania wierzchołki sinusoidy są „obcinane", wzmocnienie spada do zera i oczywiście powstałe w ten sposób zniekształcenia nie mogą być zmniejszane.

Powyższe rozważania nie dotyczą zniekształceń wprowadzanych wskutek nieliniowości rezystorów dzielnika *R1* lub *R2*. W generatorach dobrej jakości najczęściej *R1* jest szeregowym układem stałego rezystora i tranzystora polowego – FET pracującego jako rezystor o zmienianej rezystancji. Charakterystyka napięcie – prąd tranzystora FET nie jest idealnie liniowa a zatem i charakterystyka układu wzmacniającego wymuszona stosunkiem *R2/R1* jest także nieliniowa. Wyżej wykazano, że małą zawartość harmonicznych generatora z mostkiem Wiena nie zawdzięcza się dobrym własnościom czwórnika RC lecz poprawą układu wzmacniającego wskutek działania ujemnego sprzężenia zwrotnego. Skoro jednak samo sprzężenie zwrotne, zależne od stosunku *R2/R1* jest nieliniowe (zależy od chwilowych wartości napięcia), to powstałe w ten sposób zniekształcenia można w praktyce zminimalizować jedynie poprawiając liniowość rezystancji w tym przypadku R1. Między innymi skutecznym sposobem prowadzącym do tego celu jest zmniejszenie napięcia na tranzystorze FET, aby wykorzystywany odcinek charakterystyki był możliwie liniowy. W przestrajanym mostku Wiena zwykle zmieniane są równocześnie oba rezystory *R*. Jeśli ich rezystancje wskutek braku współbieżności będą różnić się np. o 10%, to dla skorygowania powstałego w ten sposób rozrównoważenia mostka potrzebna jest zmiana rezystancji *R1* o około 5%. Także podobny wpływ ma zmiana pojemności (np. przy przełączaniu zakresu częstotliwości). Jeśli założymy, że średnia rezystancja tranzystora FET będzie wynosić na przykład *0,1R1* przy jej zmianach od –50% do +50%, to maksymalne napięcie na tranzystorze może osiągnąć 5% napięcia wyjściowego U_g generatora. W takim przypadku, gdy np. U_g=5V_{sk}, amplituda napięcia na tranzystorze będzie wynosić około 0,35 V i jest to wartość przy której na ogół zniekształcenia spowodowane nieliniowością charakterystyki tranzystora będą znacznie większe od zniekształceń wnoszonych przez wzmacniacz, ale zmniejszonych działaniem ujemnego sprzężenia zwrotnego.

Zastąpienie układu Wiena trójnikiem zbocznikowane T może wielokrotnie zmniejszyć zniekształcenia generatora.

Od kilkudziesięciu lat różne publikacje wyjaśniają, że mostek Wiena ma gorsze własności selektywne niż większość znanych czetero- i sześcioelementowych czwórników RC, ale sądząc z niemalejącej popularności tego układu, jest to fakt dalej mało znany. Układem, który zawsze może zastąpić mostek Wiena i może być podobnie przestrajany jest trójnik zbocznikowane T. Generator mostkowy z tym trójnikiem jest pokazany na rys. 2.

Jeśli zarówno pojemności jak i rezystancje trójnika są jednakowe to częstotliwość f_0 i inne własności są identyczne jak dla układu Wiena. Zróżnicowanie elementów *R* i *C* w mostku Wiena nie przynosi żadnej znaczącej poprawy jego własności, natomiast w mostku z trójnikiem zbocznikowane T zmieniając np. tylko pojemności tak, że *C1>C2*, można uzyskać lepsze tłumienie harmonicznych. Wykres rys. 3 pokazuje względną zawartość drugiej harmonicznej generatora zawierającego mostek z trójnikiem zbocz-



Rys. 5 Przestrajany generator mostkowy z trójnikiem zbocznikowane T i bardzo małych zniekształceniach nieliniowych

nikowane T w stosunku do zawartości uzyskiwanej z mostkiem Wiena i w zależności od parametru *a=C1/C2*. Dla trzeciej harmonicznej zależność ta różni się nieznacznie.

Ze względów praktycznych przyjęto jednakowe obie rezystancje trójnik, aby mogły być podobnie jednocześnie zmieniane jak w przestrajanych generatorach z mostkiem Wiena. Częstotliwość f_0 dla mostka według rys. 2 wynosi:

$$f_0 = \frac{\sqrt{a}}{2\Pi RC}$$

Przy zastrzeżeniach wymienianych wyżej przy omawianiu mostka Wiena można z wykresu rys. 3 odczytać, że dla *C1=4÷12·C2* zmniejszenie zawartości drugiej harmonicznej jest ponad dwukrotne. Należy zwrócić uwagę, że wraz ze zwiększaniem parametru „*a*" trzeba także zmienić wartość dzielnika napięcia. Mostek będzie w równowadze przy częstotliwości f_0, jeśli:

$$\frac{R1}{R2} = \frac{a}{2}$$

Związane z tym wzmocnienie konieczne do samowzbudzenia układu wynosi *(2+a)/a*. Dla jednakowych pojemności jest to wzmocnienie 3, podobnie jak w mostku Wiena, ale gdy np. *C1*=10·*C2*, to znaczy *a*=10, wystarcza wzmocnienie znacznie mniejsze, zaledwie 1,2. Mała wartość wzmocnienia sprawia, że zmniejszenie zniekształceń samego układu wzmacniającego jest wtedy w stosunku 3/1,2=2,5 razy większe niż w zwykłym mostku Wiena a więc jest to przyczyna lepszego wytłumiania harmonicznych przy tych wartościach współczynnika „*a*".

Trzeba jednak zwrócić uwagę, że możliwości zmniejszenia zawartości harmonicznych dzięki zwiększeniu stosunku pojemności „*a*" nie zawsze mogą być wykorzystane. Dotyczy to np. przypadku gdy do stabilizacji amplitudy jako rezystor *R1* użyta jest żaróweczka wolframowa. Obwód z żaróweczką jest znacznym obciążeniem dla wzmacniacza operacyjnego, które powiększa się, gdy wartości „*a*" rosną. Większe obciążenie wzmacniacza może spowodować nie tylko wzrost zniekształceń, ale także sprawić, że zacznie działać ograniczenie prądu wyjściowego wzmacniacza operacyjnego. Można temu zapobiec dołączając do wyjścia wzmacniacza stopień mocy, ale ten wprowadza dodatkowe zniekształcenia i w rezultacie stosowanie układu o lepszej selektywności staje się bezcelowe. Całkiem inaczej jest, gdy rezystorem o zmiennej rezystancji będzie tranzystor polowy a stosunek pojemności trójnika *a=C1/C2* znacznie przekroczy 1. Sprzężenie zwrotne można wtedy regulować przez zmienianie rezystancji *R2*, na której jest w tym przypadku tylko 2/(*a*+2) napięcia U_g. Ponieważ wpływ braku współbieżności rezystancji *R* czwórnika selektywnego na rozrównoważenie układu mostkowego jest podobny jak w mostku Wiena (jeśli rezystancje *R* różnią się o 10%, to *R2* powinno zmienić się o około 5%), więc napięcie na tranzystorze polowym, jako część napięcia na rezystorze *R2*, będzie także odpowiednio mniejsza. Należy spodziewać się, że co najmniej w podobnym stosunku zmniejszy się zawartość harmonicznych spowodowanych nieliniowością charakterystyki tranzystora. Tranzystor polowy powinien być dołączony do masy układu, gdyż ułatwia to jego sterowanie. Można wtedy tak zmodyfikować układ, że selektywna część mostka będzie gałęzią ujemnego sprzężenia zwrotnego, natomiast dzielnik napięcia dodatnią. Pokazuje to uproszczony schemat generatora na rys. 4. Zmiana ta nie wpływa na funkcjonowanie układu. Rezystory *R3* i *R4* służą do poprawy liniowości charakterystyki tranzystora polowego.

Przestrajany generator RC o zmniejszonych zniekształceniach nieliniowych

Praktyczna realizacja układu według rys. 4 jest pokazana na rysunku 5. W układzie mostkowym rezystancje rezystorów są równocześnie zmieniane w stosunku przekraczającym nieznacznie 1:10 a uzyskiwane częstotliwości wynoszą od ok. 1,4 kHz do ok. 17 kHz lub od 140 Hz do 1,7 kHz dla pojemności mostka *C1* i *C2* podanych w nawiasach. Przy przyjętym stosunku pojemności *C1/C2=a*=22 uzyskuje się w porównaniu z mostkiem Wiena nie tylko wyraźnie lepsze wytłumianie harmonicznych spowodowanych zniekształceniami wzmacniacza (US1A) (por. wykres rys. 3), ale prawie czterokrotne zmniejszenie napięcia na tranzystorze polowym a to ma w praktyce decydujące znaczenie dla zawartości harmonicznych w zakresie małych i średnich częstotliwości akustycznych. Zminimalizowanie tego napięcia zależy od współbieżności zmian rezystancji mostka i może być ustalone potencjometrem P3. Prąd uzyskiwany z układu dwukierunkowego prostowania (US1B) napięcia wyjściowego generatora jest kompensowany prądem odniesienia a chwilowa różnica tych prądów w czasie regulacji amplitudy steruje zmodyfikowany regulator PI (US1C) połączony z tranzystorem polowym. Liniowość charakterystyki tranzystora jest poprawiana dzięki działaniu sprzężenia zwrotnego wprowadzanego rezystorami *R5* i *R6*. Amplituda oscylacji podczas przestrajania po ustaleniu nie zmienia się wraz z częstotliwością, gdyż wtedy praktycznie zależy tylko od dokładności działania prostownika, który w zakresie generowanych częstotliwości akustycznych działa poprawnie.

W wykonanym, eksperymentalnym, układzie generatora, napięcie na tranzystorze wynosi średnio około 1% napięcia wyjściowego generatora U_g. Dla U_g=ok. 4 V zawartość harmonicznych jest mniejsza od 0,01% przy częstotliwościach 400 Hz, 1 kHz i 2 kHz oraz mniejsza od 0,02% przy 10 kHz.

Przełączenie generatora na zakres jeszcze mniejszych częstotliwości wymaga nie tylko zmiany pojemności *C1* i *C2*, ale także elementów *C* i ewentualnie *R* w regulatorze PI celem zminimalizowania czasu ustalania amplitudy. Niestety należy liczyć się, że przy stosunkowo małych generowanych częstotliwościach czas ten będzie znaczny. Kondensator *C3* powinien stanowić praktycznie zwarcie dla częstotliwości $2f_0$, aby tranzystor nie był sterowany niewygładzonym napięciem wyprostowanym.

Napięcia zakłócające, np. o częstotliwości sieci, mogą znacząco popsuć jakość generatora powodując między innymi modulacje amplitudy. Dlatego należy m.in. ekranować obwody wejściowe wzmacniaczy oraz tranzystora polowego.

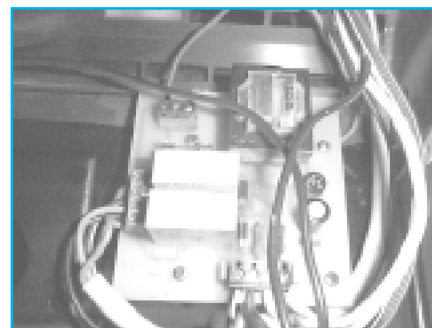
◊ *mgr inż. Jan Srzednicki*

W artykule pt. „Pomysły układowe – mostki RC przestrajane jednym rezystorem dla generatorów i filtrów pasmowych" PE 5/2001 wkradły się następujące błędy:
1. str. 34 rys. 5, powinno być C2=47 nF i R2=10 kΩ.
2. str. 35 rys. 6, rezystory R3 i R4 powinny być połączone bezpośrednio, a nie poprzez rezystor R6, który jest niepotrzebnie dorysowany.
3. W podpisie pod rys. 7 należy wykreślić wyraz „Wiena".

Za błędy przepraszamy Czytelników i Autora.

◊ *Redakcja*

Automatyzacja centralnego ogrzewania



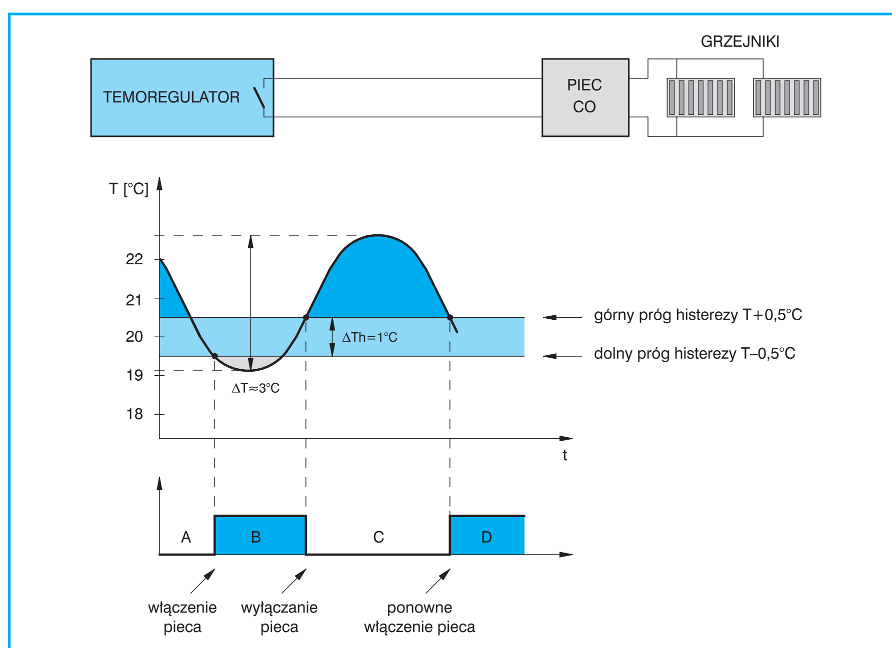
Pisaliśmy kiedyś o nowoczesnym domu sterowanym komputerami, w którym wykorzystano wszystkie zdobycze techniki. Okazuje się jednak, że zanim doczekamy się takich „szklanych domów" minie jeszcze sporo czasu. Można jednak uczynić znaczne postępy w tej dziedzinie wprowadzając do domów znacznie prostsze układy automatyki, dzięki której można żyć wygodniej i oszczędniej. Automatyzacja mieszkań rozpoczęła się już przed wojną i mało kto zdaje sobie sprawę z tego, że praktycznie w każdym domu jest automat. Tym automatem, mechanicznym co prawda, jest poczciwa i nieoceniona spłuczka wisząca na ścianie każdej toalety. Artykuł poświęcony jest automatyzacji układów centralnego ogrzewania. Zastosowanie rozwiązań proponowanych przez autora wpływa na wzrost komfortu i ogranicza niemałe koszty ogrzewania mieszkań. Choć słońce grzeje niemiłosiernie zima zbliża się do nas wielkimi krokami i warto zastanowić się nad przedstawionymi poniżej problemami i sposobami ich rozwiązania.

Budżet naszego państwa jest w opłakanym stanie. Płynie z tego prosty wniosek poparty doświadczeniem minionych lat, że rząd łatając dziurę w finansach wydawanych lekką ręką, sięgnie nam podatnikom jeszcze głębiej do kieszeni. Doskonałym sposobem na wyciągnięcie brakujących miliardów są wszelkiego rodzaju nośniki energii. Drugą groźbą, która wisi nad nami jest układ dotyczący ograniczenia wydobycia ropy naftowej zawarty przez kraje OPEC. Trzecim niekorzystnym czynnikiem jest opłakany stan polskiej gospodarki i groźba silnego spadku wartości złotego w stosunku do innych walut. Każdy z osobna i wszystkie razem przedstawione powyżej czynniki mogą i najprawdopodobniej wpłyną na niemały wzrost cen nośników energii. Z tego też względu wskazane jest jak najefektywniejsze jej wykorzystanie. Doskonałym polem do popisu jest centralne ogrzewanie, które stanowi ok. 50÷70% rocznego zapotrzebowania domu na energie w ciągu całego roku. Zatem niewielka nawet oszczędność przy ogrzewaniu prowadzi do znacznych oszczędności finansowych. Opisywane tu układy są stosunkowo tanie. Jeden z nich kosztuje dosłownie kilka złotych i pozwala zaoszczędzić nawet do 10% energii. Drugi układzik jest już nieco droższy, co wynika z dość wysokiego kosztu (400÷500 zł) zaworu wodnego sterowanego elektrycznie). Także w tym przypadku sama elektronika jest tania – rzędu kilkunastu złotych. Oba urządzenia oprócz oszczędności zapewniają także wzrost komfortu cieplnego, czyli inaczej mówiąc poprawiają stabilizację temperatury w pomieszczeniu.

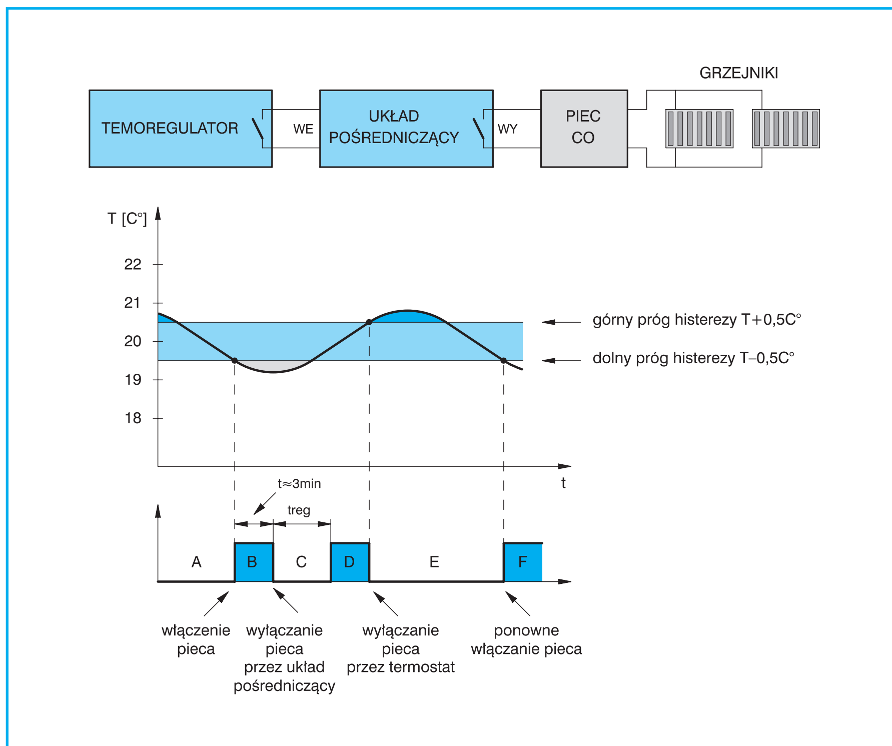
Dziś praktycznie każdy piec CO, fachowo nazywany kotłem, wyposażony jest w termoregulator. Jest to niezbędny warunek w miarę oszczędnego ogrzewania domu. W prostszych wykonaniach termoregulatory posiadają dwie nastawy temperatury którą mają stabilizować. Nastawy „dzienna" i „nocna" zmieniane są ręcznie. Bogatsze wersje posiadają zegar dobowy, który automatycznie przełącza temperaturę „dzienną" i „nocną". Słowa: dzienna i nocna piszę w cudzysłowiu, gdyż są to pojęcia dość umowne. Temperatura „nocna" może bowiem oznaczać niższą temperaturę także w dzień w czasie gdy domownicy są w pracy i szkole. Nie ma wtedy potrzeby utrzymywać wysokiej temperatury pomieszczeń i ponosić kosztów z tym związanych. W nocy jak wiadomo lepiej śpi się w chłodniejszych pomieszczeniach.

Najbardziej rozbudowane programatory posiadają rozbudowany cykl tygodniowy. Wszak w niedzielę śpimy dłużej niż w dzień powszedni i z reguły nie chodzimy do pracy, dlatego też odpada obniżanie temperatury w ciągu dnia. Dodatkowo w programatorach istnieje jeszcze możliwość zaprogramowania temperatury „wakacyjnej", czyli temperatury jaka ma być utrzymywana przez okres kilku dni w czasie zimowych wyjazdów świątecznych.

W tym miejscu należy wspomnieć o miejscu w jakim powinien znajdować się termoregulator. Koniecznie trzeba go umieścić na ścianie wewnętrznej budynku na wysokości 1,5÷1,7 m nad poziomem podłogi. Miejsce w którym znajduje się termoregulator nie może być poddawane bezpośredniemu działaniu promieni słonecznych. W pobliżu nie mogą przebiegać żadne czynne kanały dymowe ani wentylacyjne. Jeszcze jednym wymogiem



Rys. 1 Typowy układ sterowania pieca CO i przebieg temperatury w pomieszczeniu



Rys. 2 Zmodyfikowany układ sterowania pieca CO i przebieg temperatury w pomieszczeniu

jest brak intensywnego przepływu powietrza w pobliżu termoregulatora, odpada więc sąsiedztwo drzwi nawet wewnętrznych. Dopiero miejsce spełniające powyższe warunki zapewni właściwą pracę regulatora i stabilną temperaturę w mieszkaniu

Opisany wcześniej termoregulator z programatorem tygodniowym sprawiłem sobie kilka lat temu do swojego, gazowego pieca CO. Pod względem funkcjonalnym to niewielkie urządzonko bardzo przypadło mi do gustu. Jednakże jakość stabilizacji temperatury była wysoce niezadowalająca. W domu odczuwało się na zmianę ciepło i zimno.

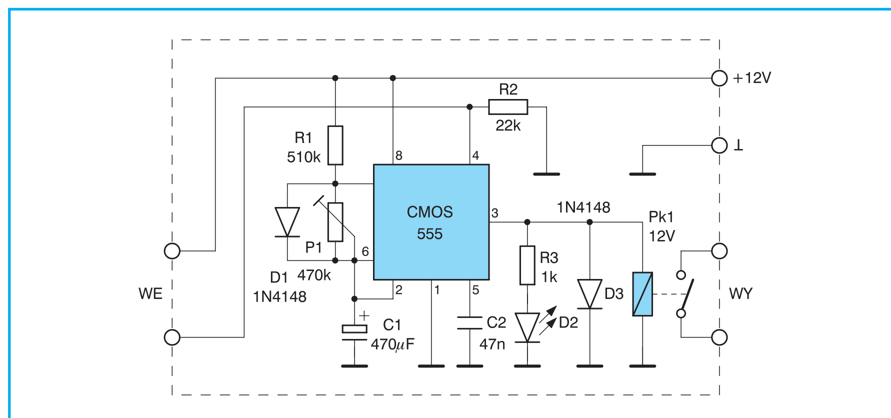
Jak podawał producent, pętla histerezy regulatora powinna wynosić 0,5°C. Niestety okazało się, że „zapomniano" dopisać małego znaku ±, gdyż rzeczywista pętla histerezy była większa i miała wartość 1°C pomiędzy górnym i dolnym progiem regulatora. Oprócz tego na temperaturę w pomieszczeniu ma także jego pojemność cieplna i bezwładność systemu grzewczego. Zachowanie takiego układu spróbujemy prześledzić korzystając z rysunku 1. Zamieszczono na nim typowy układ sterowania pieca CO przy pomocy termoregulatora. Natomiast na wykresie poniżej przedstawiono przebieg temperatury w pomieszczeniu.

Ustawiona na regulatorze temperatura ma wartość 20°C. Przy pętli histerezy o szerokości 1°C górny próg przy którym regulator wyłącza piec CO ma wartość 20,5°C, natomiast dolny, przy którym piec jest włączany to 19,5°C. Na początku wykresu w pomieszczeniu temperatura jest nieco wyższa od nastawionej i piec pozostaje wyłączony (obszar A na wykresie). Na skutek strat ciepła temperatura powoli obniża się. Po przekroczeniu dolnego progu pętli histerezy (19,5°C) piec zostaje włączony (obszar B na wykresie). Mimo tego temperatura w pomieszczeniu w pierwszych chwilach po włączeniu pieca spada w dalszym ciągu. Jest to związane z bezwładnością cieplną instalacji CO. Wszak rozgrzanie wody i ogrzanie kaloryferów wymaga pewnego czasu. Czas ten jest tym krótszy im mniejszy jest zład, czyli ilość wody mieszcząca się w instalacji. Stąd też dążenie producentów grzejników do minimalizacji pojemności wodnej. Po pewnym czasie jednak daje się zauważyć powolne rozgrzewanie się pomieszczenia, lecz wtedy temperatura jest najniższa i jej wartość jest mniejsza od wartości dolnego progu histerezy.

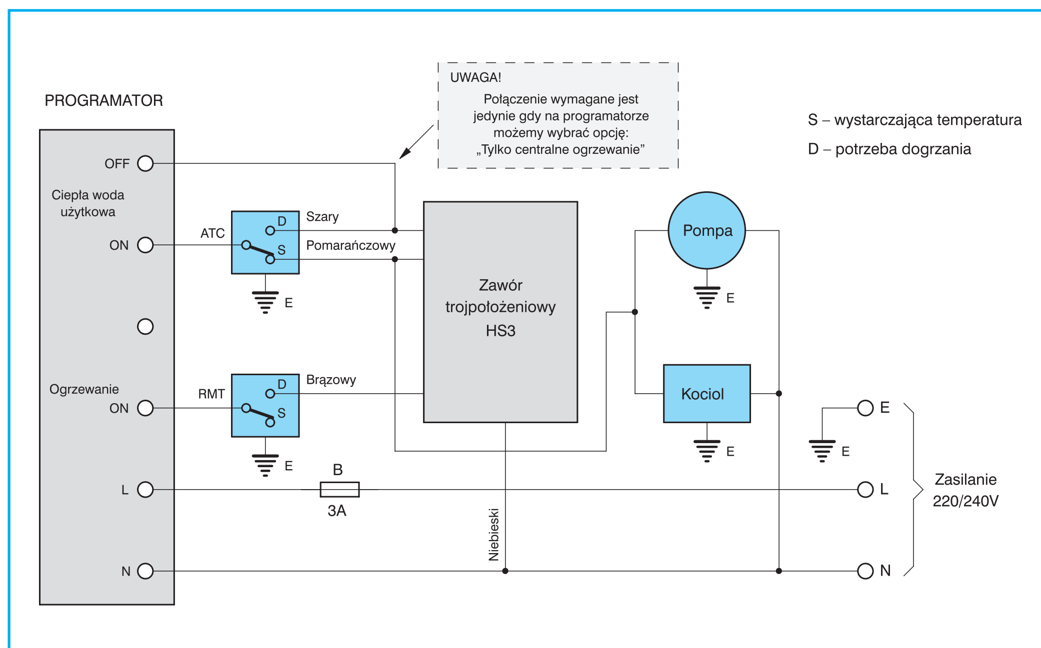
Po fazie obniżania się temperatury następuje nagrzewanie się pomieszczenia. Temperatura wzrasta, aż osiągnie wartość górnego progu histerezy (20,5°C), kiedy to następuje wyłączenie pieca CO. Rozgrzane kaloryfery oddają jednak ciepło w dalszym ciągu (obszar C na wykresie). Na skutek tego temperatura w pomieszczeniu wzrasta i to znacznie w stosunku do górnego progu pętli histerezy. Wartość tego przerzutu temperatury zależy w głównej mierze od dwóch czynników. Jednym z nich jest bezwładność cieplna pomieszczenia a drugim temperatura czynnika grzejnego czyli wody w kaloryferach. Im wyższa temperatura wody na wyjściu z kotła tym przerzut jest większy. Może on nawet osiągnąć wartość 2°C. Po pewnym czasie kaloryfery jednak wystygną i temperatura zacznie spadać. Cały cykl powtarza się.

Na spadek temperatury poniżej dolnego progu histerezy nie ma w zasadzie żadnego rozwiązania. Z reguły spadek ten jest niewielki i nie przekracza 0,5°C (z reguły wartość spadku wynosi ok. 0,2°C). Jeżeli jest większy świadczy to o zbyt małej wydajności energetycznej pieca CO lub zbyt małej mocy grzejników. Przerzut ponad górną granicę pętli histerezy można jednak dość prosto usunąć.

Wystarczy pomiędzy termoregulator a piec włączyć układ pośredniczący, który będzie włączał piec CO w chwili włączenia się termoregulatora. Jednak po pewnym czasie mimo tego iż termoregulator w dalszym ciągu jest włączony układ pośredniczący wyłączy piec na zadany czas.



Rys. 3 Schemat ideowy układu pośredniczącego.



Rys. 4 Schemat elektryczny instalacji sterującej piecem CO ogrzewającym pomieszczenia i zasobnik ciepłej wody użytkowej

Jeżeli po tym czasie temperatura w pomieszczeniu będzie zbyt niska układ ponownie włączy piec CO. Wyłączenie pieca następuje z chwilą osiągnięcia górnego progu pętli histerezy. To proste rozwiązanie powoduje znaczne spłaszczenie narastania temperatury w pomieszczeniu dzięki czemu przerzut ponad górny próg jest dużo mniejszy. W praktyce bez problemu można osiągnąć przerzut rzędu 0,2°C. Wartość przerzutu można w prosty sposób regulować czasem przerwy w pracy pieca CO wprowadzanej przez układ pośredniczący. Cały cykl pracy pieca CO z takim prostym układem przedstawiono na rysunku 2.

Zatem można oczekiwać, że dla termoregulatora o pętli histerezy 1°C wahania temperatury w pomieszczeniu nie powinny być większe niż 1,5°C. Natomiast dla regulatora o pętli histerezy 0,5°C wahania będą na poziomie 1°C. Jest to wartość w pełni zadowalająca i praktycznie niewyczuwalna przez człowieka.

Zmniejszenie wahań temperatury oprócz poprawy komfortu cieplnego prowadzi do zmniejszenia zużycia gazu lub oleju opałowego. Dzieje się tak na skutek niższej średniej temperatury w pomieszczeniu (mniejsze przerzuty). W naszych warunkach klimatycznych obniżenie zimą średniej temperatury o 1°C prowadzi do obniżenia zużycia paliwa o 7÷10%, co jest wartością niebagatelną. Zaletą tego rozwiązania jest także fakt braku ingerencji w piec CO i układ termoregulatora. Modyfikowane jest tylko sterowanie piecem. Na obu rysunkach 1 i 2 celowo „przerysowano" wartości przerzutów temperatury, co miało na celu lepsze zilustrowanie problemu.

Schemat układu pośredniczącego przedstawiono na rysunku 3. Jest to prosty tajmer zerowany przez rezystor R2. Z chwilą zwarcia styków w termoregulatorze na wejście zerujące (nóżka 4) tajmera zostaje podane napięcie zasilania i układ rozpoczyna generację impulsu, którego czas trwania zależy od wartości elementów R1 i C1. Wtedy też zostaje zwarty przekaźnik Pk1 włączający piec CO. Po odmierzeniu zadanego czasu rzędu 3 minut. Tajmer wyłącza piec CO na czas zależny od wartości elementów P1 i C1. Czas ten można regulować w szerokich granicach od ok. 3 minut do zera przy pomocy potencjometru P1. Następnie piec jest ponownie włączany na okres 3 minut.

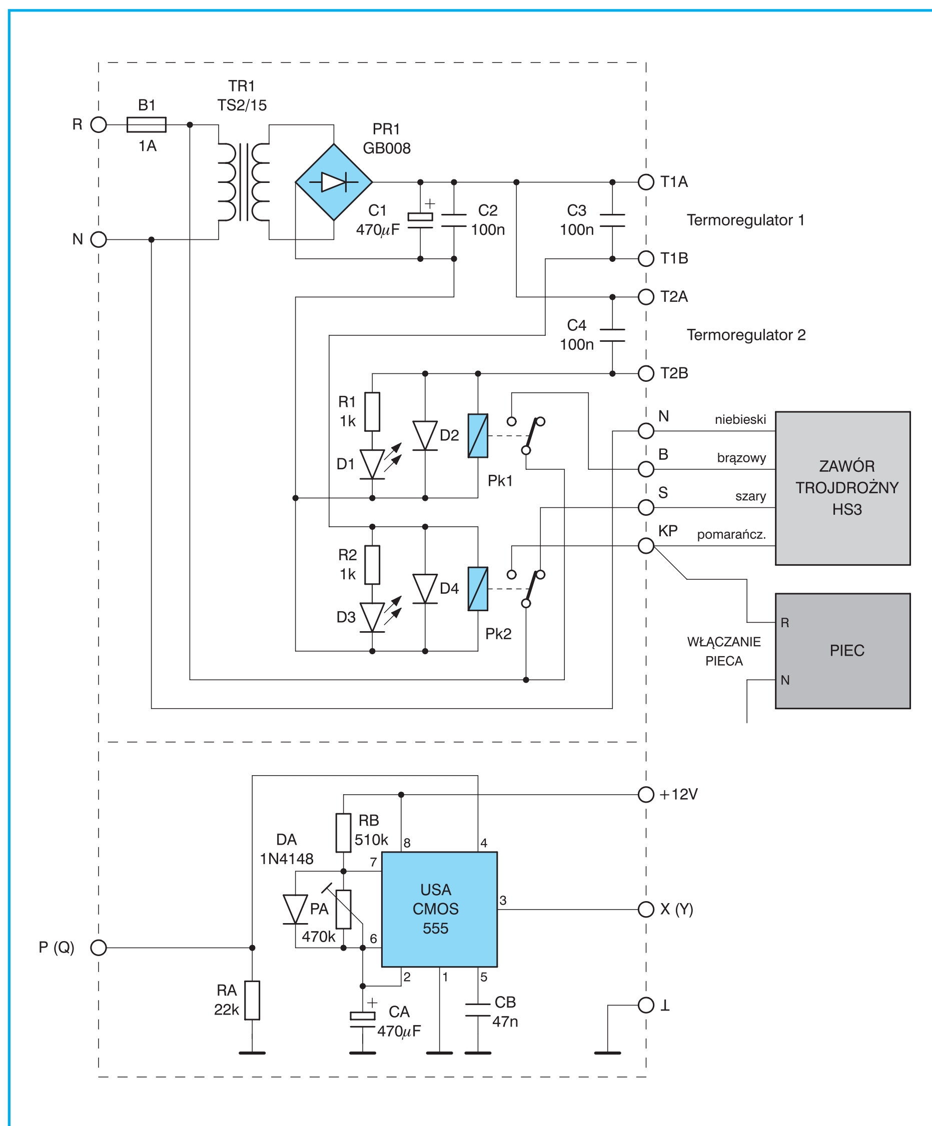
W dowolnej chwili piec CO może zostać wyłączony przez termoregulator. W chwili gdy styki termoregulatora rozewrą się tajmer zostanie natychmiast wyzerowany przez rezystor R2 zwierający wejście zerujące do masy.

Drugim rozwiązaniem pozwalającym zaoszczędzić na paliwie i zwiększyć sobie komfort cieplny jest rozdzielenie instalacji CO na dwa niezależnie sterowane obwody. Rozwiązanie tego typu zalecane jest szczególnie tam gdzie występuje większa liczba pomieszczeń o różnych stratach cieplnych, lub czas ogrzewania różnych pomieszczeń jest inny. Klasycznym przykładem jest dwupiętrowy domek jednorodzinny. Straty ciepła na piętrze są większe niż na parterze. Stosując klasyczne, czyli wspólne zasilanie obu kondygnacji bardzo trudno jest uzyskać jednakowe ogrzanie piętra i parteru. Inną sytuacją będzie układ zasilania pomieszczeń biurowych i mieszkalnych z jednego pieca CO. Godziny w których poszczególne pomieszczenia mają być ogrzane są zdecydowanie różne.

Rozdzielenie obwodów zasilania wymaga większych przeróbek instalacji wodnej i związanych z tym kosztów. Lecz w przypadkach takich jak przedstawione powyżej inwestycja ta powinna się zwrócić w ciągu jednego sezonu grzewczego. Ciężko jest oszacować oszczędności wynikające z tego rozwiązania gdyż w dużej mierze zależą one od fizycznych właściwości ogrzewanego obiektu, są one jednak dość duże i można je szacować na nawet poziomie 20÷30% o komforcie nie wspominając.

W takich przypadkach jak opisano można zastosować dwa kotły CO, co jednak jest rozwiązaniem nieekonomicznym. Znacznie tańsze jest rozdzielenie zasilania obu różnych grup pomieszczeń i zastosowanie jednego kotła. Do tego celu niezbędny jest elektrycznie sterowany zawór trójdrożny. Zawór taki stosowany jest często w instalacjach z piecem CO jednofunkcyjnym, który oprócz centralnego ogrzewania służy także do podgrzewania zasobnika ciepłej wody użytkowej. Schemat elektryczny takiej instalacji dla zaworu firmy Danfoss typ HS3 przedstawiono na rysunku 4. Zawór trójdrożny posiada jedno wejście wody „AB" i dwa wyjścia „A" i „B". Wejście wodne zaworu połączone jest z wyjściem ciepłej wody z pieca CO. Możliwe są trzy pozycje pracy zaworu. Woda doprowadzana jest tylko do pierwszego wyjścia „A", woda doprowadzana jest równocześnie do obu wyjść „A" i „B" oraz woda doprowadzana jest tylko do drugiego wyjścia „B". Pozwala to na dowolne zasilanie instalacji.

W układzie sterowania zaworem wbudowany jest miniaturowy silniczek prądu zmiennego i sprężyna powrotna powodująca powrót zaworu do pozycji wyjściowej przy braku zasilania „A". Układ sterowania wyposażony jest także w styki zwierane w chwili ustawienia się zaworu na zadanej



Rys. 5 Schemat układu elektronicznego sterującego piecem CO i zaworem trójdrożnym

pozycji. Dzięki temu piec CO zostaje włączony dopiero po zakończeniu ruchu roboczego zaworu i ogrzana woda płynie w ustawionym kierunku. Wszystko to umożliwia bardzo proste i zgrabne rozwiązanie sterowania zaworu. Ponadto zawór posiada ręczną dźwignię sterowania pozwalającą ustawić go w pozycji przepływu na oba wyjścia równocześnie „A" i „B".

Zadaniem układu sterującego dwoma obwodami zasilania centralnego ogrzewania jest takie ustawianie zaworu aby piec mógł ogrzewać każdy z obwodów oddzielnie jak też oba obwody równocześnie. Krótko mówiąc układ elektroniczny musi realizować sumę logiczną sygnałów z dwóch odrębnych termoregulatorów. Schemat takiego rozwiązania pokazano na rysunku 5.

Styki termoregulatorów mogą zwierać ze sobą wejścia T1A, T1B i T2A, T2B. Gdy włączy się pierwszy termoregulator T1, włączeniu ulega przekaźnik PK2 co jest sygnalizowane zapaleniem diody D4. Napięcie zasilania – faza sieci zostanie doprowadzona przez połączenie KP bezpośrednio do pieca CO. Nie spowoduje to zmiany ustawienia zaworu trójdrożnego, który pozostanie w pozycji spoczynkowej „A", a tylko włączenie pieca CO. Ciepła woda popłynie od razu do grzejników.

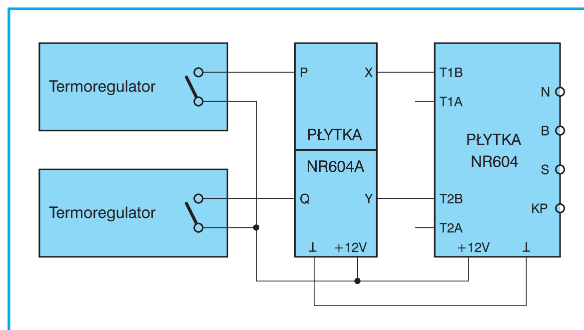
W sytuacji kiedy włączony zostanie tylko drugi termoregulator T2 włączy się przekaźnik PK1, co jest sygnalizowane zapaleniem się diody D2. Wtedy napięcie sieci zostanie doprowadzone do wyjścia B uruchamiając zawór trójdrożny. Zawór zacznie obracać się co trwa ok. 10 sek. Po zakończeniu cyklu roboczego zaworu i ustawieniu się w pozycji przepływu „B" na jego wyjściu elektrycznym (przewód pomarańczowy) pojawi się napięcie, które zostanie doprowadzone do pieca CO włączając go. Ciepła woda popłynie do drugiego układu grzewczego. Opóźnienie we włączaniu pieca zapobiega kierowaniu ciepłej wody do drugiego obwodu grzewczego, co także przyczynia się do niewielkich oszczędności.

Natomiast gdy włączeniu ulegną oba termostaty, przy czym nie jest istotne czy nastąpiło to równocześnie czy też wcześniej jeden z termostatów był włączony, zasilone zostaną wyjścia B i KP. Powoduje to włączenie pieca CO i ustawienie się zaworu na pozycji „A" I „B" przy której zasilane są dwa ogrzewane obwody równocześnie. Jeżeli wcześniej był włączony termostat T2 zawór cofnie się do pozycji „A" i „B". Natomiast gdy wcześniej był włączony termostat T1 zawór wykona tylko ćwierć obrotu także do pozycji „A" i „B". W tym przypadku nie ma żadnego opóźnienia przy włączaniu pieca CO.

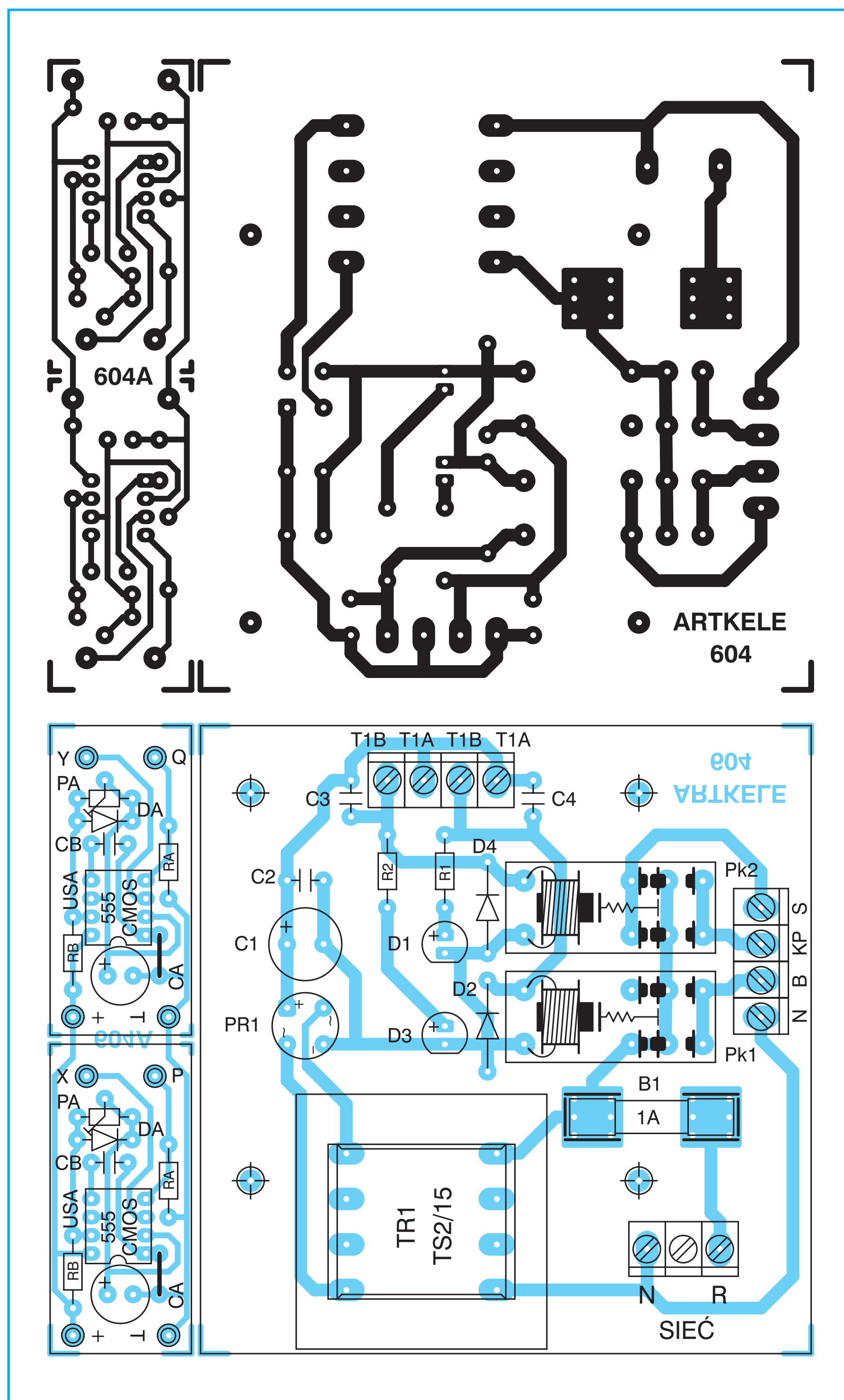
Z uwagi na to, że zawór trójdrożny znajduje się w pozycji spoczynkowej „A" termostat T1 i obwód ogrzewania w wyjścia „A" zaworu powinny być doprowadzone do pomieszczenia które jest ogrzewane częściej i więcej. Uniknie się wtedy niepotrzebnego kręcenia zaworem.

Niezwykle istotne jest właściwe podłączenie wyjścia układu do pieca CO. Z reguły jedno z wejść sterujących pieca znajduje się na potencjale zera roboczego (N), a na drugie podaje się napięcie fazowe (R). Nie wolno pomylić ze sobą tych wejść, gdyż w przeciwnym wypadku doprowadzi się do zwarcia.

Opisany układ został praktycznie sprawdzony w piecu CO firmy Beretta typu IDRA Exclusive 20 i działa w nim nienagannie od trzech lat. W układzie wodnym



Rys. 6 Schemat blokowy połączenia termoregulatorów, układów pośredniczących i układu sterowania zaworem trójdrożnym



Rys. 7 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

zastosowano zawór trójdrożny firmy Danfoss typu HS3. Na rysunku 5 opisano kolory przewodów wychodzących z zaworu trójdrożnego tego właśnie typu.

Oprócz tego termostaty można wyposażyć w układ pośredniczący opisany wcześniej. Schemat tego układu zamieszczono także na rysunku 5. W stosunku do układu z rysunku 3 tajmery nie posiadają na wyjściach przekaźników, gdyż ich funkcję spełniają przekaźniki znajdujące się w obwodzie sterowania zaworem trójdrożnym. Schemat blokowy połączenia termoregulatorów, układów pośredniczących i układu sterowania zaworem zamieszczono na rysunku 6.

Płytka drukowana układu sterowania zaworem została zaprojektowana tak aby można ją było zamontować w opisanym wyżej piecu CO. Mieści się ona za zaślepką przeznaczoną do zamontowania układu włącznika czasowego, w której to zaślepce wywiercono dwa otwory na diody sygnalizujące aktualne położenie zaworu trójdrożnego. Płytka drukowana przymocowana jest do czterech kołków znajdujących się po wewnętrznej stronie panelu sterującego w piecu CO stroną elementów do wnętrza pieca (widać to na zdjęciu). Diody LED montowane są po stronie druku. Układy pośredniczące wykonano później i dlatego znajdują się one na odrębnych płytkach drukowanych umieszczonych w innym miejscu.

Oczywiście w konkretnym układzie ogrzewania można zastosować każdy z opisanych w artykule układów osobno. O tym decydują potrzeby. Na koniec pozostaje mi tylko życzyć ciepłych dni w czasie gdy za oknem będzie hulał zimowy mroźny wicher.

Wykaz elementów: sterowanie zaworem

Półprzewodniki	
D1, D3	– LED
D2, D4	– 1N4148
PR1	– GB 008 1 A/100 V
Rezystory	
R1, R2	– 1 kΩ/0,25 W
Kondensatory	
C1	– 470 μF/25 V
C2÷C4	– 100 nF/50 V ceramiczny
Inne	
TR1	– TS 2/15
Pk1, Pk2	– RM 81/12 V
B1	– WTAT 1A/250 V
płytka drukowana numer 604	

Wykaz elementów: układ pośredniczący

Półprzewodniki	
USA	– 555 wersja CMOS
DA	– 1N4148
Rezystory	
RA	– 22 kΩ/0,125 W
RB	– 510 kΩ/0,125 W
PA	– 470 kΩ TVP 1232
Kondensatory	
CB	– 40 nF/50 V ceramiczny
CA	– 470 μF/16 V
płytka drukowana numer 604	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 604 – 9,90 zł + koszty wysyłki (10 zł).

◊ *Ryszard Jagielski*

Druga płyta CD–PE2 Praktycznego Elektronika

Druga płyta CD–PE2 Praktycznego Elektronika zawierająca kompletne archiwum zapisane w formacie Portable Document File (PDF) i bardzo poręcznie skatalogowane.

Na tej płycie znajdziecie Państwo:

1. Kompletne numery Praktycznego Elektronika, na blisko 3000 stron. W 89 numerach zawarliśmy, podczas 7 lat, olbrzymią wiedzę w zakresie praktycznych zastosowań elektroniki. Opisy, aplikacje, urządzenia, nietypowe rozwiązania. Jeden styl projektowania i wykonania urządzeń. Płytki drukowane są projektowane w jednym stylu z zachowaniem standardów europejskich i światowych (dotyczy to zarówno rozstawu elementów jak i ich mocowanie – lutowania).
2. Sygnały testowe audio do sprawdzania zestawów elektroakustycznych. Pozwalają na sprawdzenie właściwości i poprawności działania całego toru elektroakustycznego łącznie z urządzeniem odtwarzającym zapis. Mogą być oczywiście wykorzystane do sprawdzenia i ewentualnej regulacji tylko wybranych fragmentów toru. Sygnały te można również odtwarzać w napędzie CD–ROM komputera.
3. Książka „Eksploatacja zestawów akustycznych”, zapisana w formacie PDF opisuje i barwnie ilustruje budowę i eksploatację zestawów głośnikowych.
4. Baza plików z wycofanymi płytkami drukowanymi. Pliki są zapisane w formacie PRN. Pliki można wydrukować na drukarce laserowej lub atramentowej. Zamieszczone są zarówno strony ścieżek drukowanych jak i opis rozmieszczenia elementów.
5. Źródła do programów opublikowanych w PE, które zostały wycofane ze sprzedaży. Są to programy, które były stosowane do programowania układów GAL, PIC lub EPROM.

Cena płyty CD–PE2 jest wynosi 30 zł + koszty wysyłki.
W sprzedaży znajduje się także płyta CD–PE1 zawierająca oprócz archiwów Praktycznego Elektronika wiele programów i narzędzi użytecznych w pracowni elektronika.
Przy zamówieniu jednocześnie dwóch płyt jako komplet (CD–K) nabywca zapłaci tylko 50 zł + koszty wysyłki.
Płyty można zamawiać na kartach pocztowych, faksem, przez formularz dostepny na stronie *www.pe.com.pl,* e–mailem *reklama@pe.com.pl* lub telefonicznie.

Nie przegap!!! Taka okazja już się nie powtórzy!!!
89 numerów PE w postaci elektronicznej na jednej płycie



Odcinek dla poczty

zł...................... gr........................

.... groszy jak wyżej
słownie złotych

....
imię i nazwisko (firma)

....
ulica / numer domu

☐☐-☐☐☐
kod pocztowy

....
miejscowość (poczta)

na rachunek:

A R T K E L E
ul. Jaskółcza 2/5
65-001 Zielona Góra

WBK S.A. II O/Zielona Góra
10901636-102847-128-0100-01

Datownik

Pobrano opłatę
zł.......... gr............

....
podpis przyjmującego

Odcinek dla posiadacza rachunku

zł...................... gr........................

.... Groszy jak wyżej
słownie złotych

....
imię i nazwisko (firma)

....
ulica / numer domu

☐☐-☐☐☐
kod pocztowy

....
miejscowość (poczta)

na rachunek:

A R T K E L E
ul. Jaskółcza 2/5
65-001 Zielona Góra

WBK S.A. II O/Zielona Góra
10901636-102847-128-0100-01

Datownik

Pobrano opłatę
zł.......... gr............

....
podpis przyjmującego

Odcinek dla wpłacającego

zł...................... gr........................

.... Groszy jak wyżej
słownie złotych

....
imię i nazwisko (firma)

....
ulica / numer domu

☐☐-☐☐☐
kod pocztowy

....
miejscowość (poczta)

na rachunek:

A R T K E L E
ul. Jaskółcza 2/5
65-001 Zielona Góra

WBK S.A. II O/Zielona Góra
10901636-102847-128-0100-01

Datownik

Pobrano opłatę
zł.......... gr............

....
podpis przyjmującego

Zostawić margines dla faxu **Zostawić margines dla faxu**

Imię Nazwisko

ul./os. Ulica (miejscowość, wieś) Numer domu / posesji

Kod pocztowy Poczta (miejscowość)

Wszystkie dane personalne wpisać literami drukowanymi

Wytnij i naklej na kartę pocztową (wysyłka karty pocztowej kosztuje mniej niż wysyłka listu, a nam ułatwia pracę).

Płytki

Numer Ilość

szt.
szt.
szt.
szt.
szt.
szt.
szt.
szt.
szt.
szt.

Czasopisma

Numer/rocznik Ilość

/ szt.
/ szt.
/ szt.
/ szt.
/ szt.
/ szt.

Kserokopie

Numer płytki

W przypadku zamawiania kserokopii artykułów prosimy o podanie numeru płytki drukowanej zamieszczonej w tym artykule. Jeżeli w artykule występują dwie płytki należy podać tylko numer jednej z nich.
W rubryce UWAGI można wpisywać:
– nazwy programów, zamawianych układów,
– oznaczenia obudów, folii, elementów, itp.

Uwagi:...
....
....

Wykaz dostępnych numerów archiwalnych:

1992	
3	4,00 zł
1995	
8, 12	4,00 zł
1996	
4, 7÷9, 12	4,00 zł
1997	
1÷11	5,00 zł
1999	
2÷4, 7, 7, 9÷12	5,80 zł
2001	
1÷7	5,80 zł

Ten kupon można wyciąć i wysłać faksem: fax (całą dobę (068) 324-71-03)

Zamawiam prenumeratę:

praktyczny Elektronik

wybrany okres prenumeraty
lub zamówienie wybranych płyt
zaznaczyć krzyżykiem

Płyta CD-PE1. 34,00 zł	Płyta CD-PE2. 34,00 zł	Płyty CD-K 55,00 zł	III, IV 2001r. 34,80 zł

Cena 1 egzemplarza
wraz z kosztami wysyłki – 5,80 zł

CD-PE1 – archiwum 1992÷1997 + inne programy
CD-PE2 – archiwum 1992÷1999 + książka i efekty audio
CD-K – CD-PE1 + CD-PE2

kupon ważny do 31.08.2001r.

Zamawiam prenumeratę:

praktyczny Elektronik

wybrany okres prenumeraty
lub zamówienie wybranych płyt
zaznaczyć krzyżykiem

Płyta CD-PE1. 34,00 zł	Płyta CD-PE2. 34,00 zł	Płyty CD-K 55,00 zł	III, IV 2001r. 34,80 zł

Cena 1 egzemplarza
wraz z kosztami wysyłki – 5,80 zł

CD-PE1 – archiwum 1992÷1997 + inne programy
CD-PE2 – archiwum 1992÷1999 + książka i efekty audio
CD-K – CD-PE1 + CD-PE2

kupon ważny do 31.08.2001r.

Zamawiam prenumeratę:

praktyczny Elektronik

wybrany okres prenumeraty
lub zamówienie wybranych płyt
zaznaczyć krzyżykiem

Płyta CD-PE1. 34,00 zł	Płyta CD-PE2. 34,00 zł	Płyty CD-K 55,00 zł	III, IV 2001r. 34,80 zł

Cena 1 egzemplarza
wraz z kosztami wysyłki – 5,80 zł

CD-PE1 – archiwum 1992÷1997 + inne programy
CD-PE2 – archiwum 1992÷1999 + książka i efekty audio
CD-K – CD-PE1 + CD-PE2

kupon ważny do 31.08.2001r.

Katalog Praktycznego Elektronika
Transformatory sieciowe cz. 5

Typ	Typ rdzenia	Napięcie pierwotne	Nr końcówek uzwojenia pierwotnego	Napięcie wtórne pod obciążeniem	Prąd uzwojenia wtórnego	Nr końcówek uzwojenia wtórnego	Typ końcówek	Numer rysunku
		[V]		[V]	[A]			
TS 8/003	EI 54/18	220	2-4	7,0 7,0	0,5 0,5	9-8 8-7	D1	5
TS 8/006	EI 54/18	220	5-4	13,0	0,6	6-10	C1	5
TS 8/007	EI 48/16	220	1-4	12,0	0,6	8-5	D1	4
TS 8/009	EI 48/16	220 lub 240	1-2 1-4	24,0	0,3	7-6	D1	4
TS 8/010	CP 010	220 zwora	1-1′ 2-2′	9,9 24,0	0,4 0,1	3-4 3′-4′	G2	–
TS 8/011	EI 54/18	220	5-4	15,0 15,0 8,5	0,1 0,1 0,3	6-7 8-9 1-10	D1	5
TS 8/012	EI 54/18	220	1-2	8-6 11,9 2,9	0,88 0,2 0,2	8-7 6-5 10-9	D1	5
TS 8/013	EI 48/16	220	1-4	23,0	0,35	7-6	D1	4
TS 8/014	CP 010	24	1-1′	12,0 12,0	0,4 0,4	3-4 3′-4′	G2	–
TS 8/015	EI 48/16	220	1-4	15,5	0,3	8-5	D1	4
TS 8/016	EI 48/16	220	1-4	8,0 12,0	0,45 0,45	8-7 6-5	D1	4
TS 8/017	EI 48/16	220	5-8	10,0 10,0	0,35 0,35	4-3 3-1	D1	4
TS 8/018	EI 48/16	220	1-4	12,0 12,0	0,34 0,34	8-7 6-5	D1	4
TS 8/019	EI 48/16	220	1-4	12,0 12,0	0,34 0,34	8-7 6-5	D1	4
TS 8/020	EI 48/16	220	1-4	14,7	0,5	8-5	D1	4
TS 8/021	EI 54/18	220	1-5	12,0 9,0	0,5 0,2	10-9 7-6	C1	5
TS 8/022	EI 48/16	220	1-4	6,0 6,0	0,65 0,65	8-7 7-6	D1	4
TS 8/024	EI 48/16	220	1-4	15,5	0,5	8-5	D1	4
TS 8/025	CP 010	220	1-3	16,0	0,6	4′-2′	G2	–
TS 8/026	EI 54/18	220	2-4	14,2	0,4	9-7	D1	5
TS 8/027	CP 010	220 zwora	1-1′ 2-2′	15,0 15,0	0,27 0,27	3-4 3′-4′	G2	–
TS 8/28	EI 48/16	220	A-B	10,5	0,6	7-6	C1, P	4
TS 8/029	EI 48/16	220	1-4	12,0	0,67	8-5	D1	4
TS 8/030	EI 48/16	220	1-4	8,5 12,0	0,7 0,1	6-5 8-7	D1	4
TS 8/032	EI 48/16	220	1-4	24,0 95,0	0,25 0,01	6-5 8-7	D1	4
TS 8/033	EI 48/16	220	1-2	8,7 15,0 15,0	0,4 0,15 0,15	10-9 8-7 6-5	D1	4

TS 8/034	EI 48/16	220	8-5	17,0	0,3	1-4	D1	4
TS 8/035	EI 48/16	220	3-4	15,0	0,5	7-6	C1	4
TS 8/036	CP 010	220	1-1′	7,0 32,0	0,8 0,1	A-A′ 4-4′	G1	–
TS 8/037	EI 48/16	220	1-4	16,0 16,0	0,25 0,25	8-6 7-5	D1	4

TS 10/4	EI 54/18	220	A-B	13,5	0,63	C-D	P	5
TS 10/15	EI 60/20	220	2-4	5,0 5,5 5,5 5,0	0,6 0,6 0,6 0,6	10-9 9-8 8-7 7-6	C1	5
TS 10/21	EI 54/18	220	4-5	45,0 18,0 8,0	0,01 0,2 0,65	8-9 6-7 1-10	C1	5
TS 10/22	EI 54/18	230 lub 110	1-5 1-3	21,5 21,5	0,2 0,2	6-8 8-10	D1	5
TS 10/23	EI 54/18	220 lub 400	3-5 1-5	21,5 21,5	0,2 0,2	6-8 8-10	D1	5
TS 10/24	EI 54/18	110 lub 220	1-3 3-5	21,5 21,5	0,2 0,2	6-8 8-10	C1	5
TS 10/25	EI 54/18	220 lub 380	3-5 1-5	21,5 21,5	0,2 0,2	6-8 8-10	C1	5
TS 10/30	EI 54/18	220	2-4	13,8 8,5	0,18 0,6	9-10 6-7	C1	5
TS 10/32	EI 54/18	220	2-4	8,0 18,3	0,7 0,34	10-9 7-6	D1	5
TS 10/35	EI 54/18	220	1-5	9,0	1,0	6-10	D1	5
TS 10/36	EI 54/18	220	2-4	10,3 21,6	0,48 0,27	10-9 7-6	D1	5
TS 10/002	EI 54/18	220	4-5	11,0 13,0 5,0	0,5 0,2 0,2	10-1 9-8 7-6	D1	5
TS 10/005	EI 54/18	220	1-5	9,5 1,3	0,85 0,85	10-9 8-7	C1	5
TS 10/005/1	EI 54/18	220	1-5	8,0	0,8	10-6	D1	5
TS 10/006	EI 54/18	220	2-3	15,2	0,6	10-6	C1	5
TS 10/007	EI 54/18	24	1-5	26,0	0,36	10-6	C1	5
TS 10/008	EI 54/18	220	1-2	10,0 10,0	0,88 0,1	9-8 7-6	C1	5
TS 10/009	EI 54/18	220 zwora	5-2 3-4	24,0 24,0 8,0	0,15 0,15 0,15	6-7 10-1 8-9	D1	5
TS 10/010	EI 54/18	220	1-2	9,0 9,0	0,1 1,1	9-8 7-6	C1	5
TS 10/011	EI 54/18	220	2-4	8,0 14,0 14,0	0,3 0,1 0,1	7-6 10-9 9-8	D1	5
TS 10/012	EI 54/18	500	1-4	24,0	0,5	7-8	C1	5
TS 10/013	EI 54/18	24	4-2	12,0 8,0	0,2 0,5	9-10 6-7	C1	5
TS 10/014	EI 54/18	220	1-5	10,0	1,3	10-6	D1	5
TS 10/015	EI 54/18	220	2-4	23,0	0,45	9-7	C1	5
TS 10/016	EI 54/18	220	1-5	13,5	0,65	10-6	D1	5
TS 10/017	EI 54/18	220	2-4	12,0 12,0	0,4 0,4	10-9 7-6	C1	5
TS 10/018	EI 54/18	220	2-4	12,0	0,8	9-7	D1	5

GIEŁDA PE

SPRZEDAM

WYKRYWACZE metali, schematy, sondy, płytki oraz książkę „Elektrownie Wiatrowe 0,2÷6 kW" sprzedam – wymienię na inne uszkodzone wykrywacze metali – kupię. Sylwester Królak, ul. K. Wyki 19/6, 75–337 Koszalin, tel. (094) 341–28–13.

NADAJNIK TV do kamery w breloku do kluczy sprzedam- zasięg 100 metrów Andrzej tel. 0607-830-122 mailto: nyaradix@kki.net.pl

WOBULOSKOP X1-42 do 1.250MHz sprzedam 1.000zł z osprzętem i dokumentacją-można zobaczyć na stronie www.nyaradix.com.pl, telefon 0607-830-122, mailto: nyaradix@kki.net.pl

MINI-MAX-038 Motorola generator funkcyjny sinus-prostokąt 0-20MHz z buforem wyjściowym mocy -kompletny uruchomiony wielkości breloka tylko zaliczkowo 60zł przesyłka bez dopłaty przy odbiorze 4 cyfrowy częstościomierz LED 100zł; CMOS-TTL-w.cz. do 500MHz trójstanowy LED SMD controller 1Mohm gratis Andrzej Nyga, ul. H. Sienkiewicza 1/13/65;06500 Mława tel. 0607-830-122 mailto: nyaradix@kki.net.pl.

UCY 7400 4 7 10 20 30 74 50 53 86, filtry kwarcowe produkcji OMIG 10 07 MHz i wiele innych z demontażu, sprawne technicznie kontaktrony. Bogacz Jan, ul. Mickiewicza 90/18, 59-300 Lubin.

MINI-MAX-038 generator VCO do 20 MHz w breloku do kluczy sinus/prostokąt. Tylko na przedpłatę 60 zł łącznie z przesyłką zwrotną. A. Nyga, H. Sienkiewicza 1/13/65, 06-500 Mława tel: (607) 830-122 mailto: nyaradix@kki.net.pl.

ODSTĄPIĘ, wymienię, porady darmo - zwrot znaczka! Literatura. Wszystko „retro", lampy, części RTV. Poznański Al. Kijowska 13/10, 30-079 Kraków. Tel: (012) 637-86-12 i od 18: (601) 821-367. Pisz!!!

MINIWIEŻĘ Sony model MHC-RX70, Moc wzmacniacza 2x40 W (DIN) kolumny trójdrożne - 90 W (DIN) 6Ω. W skład miniwieży wchodzi: radio, odtwarzacz CD. (kieszeń na 3 CD), odtwarzacz kaset (dwie kieszenie), Całość zdalnie sterowana pilotem. Używana ok. 1 rok. Cena 700 zł. Tel. (0103391) 4-534-100. Szczecin.

SPRZEDAM oscyloskop OS301 Unitra, kit firmy Jabel (J101), zasilacz warsztatowy (zmontowane urządzenie) i generator Unitra 5621. Tel. (014) 626-74-63 po 18.00, e-mail: greenpigmej@go2.pl.

ZDALNE sterowanie do TV (SAA1250/51), luźne numery PE, EP, itp. Lub ksero artykułów ceny już od 0,50÷3 zł, ksero schematów TV, video itp. 0,50 zł za A4. Telefon (095) 735-17-13.

WYKRYWACZE metali VLF typu Garret, PJ oba rodzaje, zasięg do 3 metrów w ziemi. Cena od 300 zł. Do 1.000 zł. Jan Tukałło, ul. Katowicka 36/1, 41-710 Ruda Śląska, telefon (608) 167-023.

SCHEMATY i instrukcje przestrajania UKF. Informacja gratis - koperta + znaczek. Mariusz Kołacz, ul. Chwałki 46, 27-600 Sandomierz.

PRZETWORNICE napięcia 12V DC 220V AC, telefon (034) 357-93-95.

LAMPY elektronowe, podstawki lamp - różne typy, trafa głośnikowe, schematy, wszystko do budowy wzmacniaczy. Wzmacniacze Hi-Fi, S.-E. H.-I. Florian Szczęśniak 02-697 Warszawa, ul. Rzymowskiego 20/57, tel. (022) 8471156, (601) 342-870

PRZEDŁUŻACZE nadajników zdalnego sterowania telewizorów, tunerów satelitarnych, zestawów Hi-Fi itp. Radiowe lub przewodowe, tanio (065) 540-49-04, Adam od 14.00 do 20.00.

KUPIĘ

SZUKAM układów Holtek: HT8656, HT2820, HT2813F, UM5010-07 lub 08, UM5003-01, SAB0600 - oferty: telefon (013) 4352745, (603) 935-405.

KOREKTOR Technics, model SH-8048. Telefon (606) 745-611

ZAMIENIĘ

ODSTĄPIĘ, wymienię, porady darmo - zwrot znaczka! Literatura. Wszystko „retro", lampy, części RTV. Poznański Al. Kijowska 13/10, 30-079 Kraków. Tel: (012) 637-86-12 i od 18: (601) 821-367. Pisz!!!

POSZUKUJĘ

SCHEMATÓW do wykrywaczy metali i do wzmacniaczy mocy częstotliwości. Artur Siembida, tel. (015) 871–93–43.

SCHEMAT do Radmora: 5102 i 5470. Pilnie!!! (52) 581-64-02. Po 19.00.

SZUKAM układów Holtek: HT8656, HT2820, HT2813F, UM5010-07 lub 08, UM5003-01, SAB0600 - oferty: telefon (013) 4352745, (603) 935-405.

SCHEMAT DO Radmora: 5102 i 5470. Pilnie!!! (52) 581-64-02, po 19.00.

INNE

PROFESJONALNA naprawa głośników spalonych uszkodzonych mechanicznie 032-298-83-84; 0-502-898-760.

ZEZWOLENIA na pracę w Europie Zachodniej od wtorku do piątku, od 8.00÷16.00. 100% uczciwości. Stanisław Zając, Os. Na Wzgórzach 31-727 Kraków, tel. (012) 681-45-46

Giełda PE

Bezpłatne ogłoszenia drobne wyłącznie dla osób fizycznych

Zaznacz rubrykę w której ma zostać zamieszczone ogłoszenie

☐ Sprzedam ☐ Poszukuję
☐ Kupię ☐ Zamienię ☐ Inne

Kupon ważny do 20.10.2001.

Kupony prosimy przysyłać w kopercie z dopiskiem GIEŁDA PE

Dzień dobry!

Witam Pana serdecznie. Nazywam się Marian Frączyk, mam 15 lat i interesuje się elektroniką od ok. 10 roku życia. Waszą gazetę kupuję już dwa lata i od początku jestem prenumeratorem. Wybrałem taką formę, ponieważ zależało mi na płycie CD, którą dołączacie gratis. Mam wasze obydwie płyty i uważam je za świetny pomysł, bo nie muszę kupować waszych poprzednich numerów tylko mam je na kawałku plastiku z rowkami, ale to nie po to piszę ten list.

Chodzi mi mianowicie o wasz „Przedwzmacniacz gitarowo-mikrofonowy do Combo" w numerze 6/2001. Mój przyjaciel pogrywa na gitarce od paru lat i idzie mu całkiem nieźle, ale niestety nie stać go na kupno pieca gitarowego. Stwierdziłem więc razem z nim, że zrobimy go sami. Od paru miesięcy poszukiwaliśmy schematu przedwzmacniacza, aż tu nagle znalazłem to o co mi chodzi oczywiście w waszej gazecie. Mam jednak kilka pomysłów, co do uproszczenia całości i zmniejszenia kosztów. Wasz przedwzmacniacz składa się z dwóch płytek i ma 2 pary wejść. Sądzę, że w większości przypadków wystarczyłaby tylko jedna para jak i w naszym.

Czy nie dałoby się zastosować tylko jedną płytkę wspólną i połączyć dwie płytki części drugiej razem (chodzi mi o płytki na stronie 9 i 10) a sygnał z kondensatora C20 poprowadzić do jednej i drugiej płytki części drugiej. Jednak wydaje mi się, że należałoby wyrzucić jeden z regulatorów REVERB ten znajdujący się na płytce 596, bo nie ma sensu go dublować. A tak przy okazji to jest błąd na tej płytce (na stronie 10) chodzi mi o część opisową jest tam za dużo elementów, pod które nie ma punktów lutowniczych. Są to elementy z płytki 595, które prawdopodobnie ktoś przez przypadek skopiował i wkleił na płytkę 596. Jeżeli mój pomysł będzie dobry to należałoby udostępnić w sprzedaży tylko ten drugi fragment płytki 596 lub zaprojektować nową, bez regulatora REVERB i nazwać ją np. 596a. Po za tym uważam, że ten przedwzmacniacz jest świetny.

Natomiast nie polecałbym waszego 250-Watowego wzmacniacza, ponieważ większość pieców gitarowych posiada małe końcówki mocy od 20 W te małe do 70 W te duże. A wielkie estradowe ok. 150 W. Więc nie trzeba, aż tak dużej mocy do gitary (tak twierdzi mój kolega, który ostatnio przejechał się po sklepach by mniej więcej zobaczyć jak taki piec jest zbudowany wizualnie). Przy takiej mocy gitarzysta chodziłby przez tydzień słysząc dźwięk swej gitary. Na tym skończę.

Marcin

Odpowiedź Redakcji

Dziękuję za słowa uznania dla projektu Comba w który włożyłem sporo pracy. Przeróbkę jaką Pan sugeruje można wykonać, lecz jej sensowność poddję pod rozwagę. Combo powstało po wielu rozmowach z muzykami, którzy preferują jednak dwa wejścia. Przy koszcie budowy całego „pieca" ten kawałek układu naprawdę niewiele kosztuje. Chcąc ograniczyć koszt budowy prędzej zrezygnowałbym z korektora graficznego i miernika wysterowania, które to elementy występują w Combach dość rzadko. Dwa wejścia (lub nawet trzy jeżeli za wejście uzna się powrót efektu (AUX IN) zawsze stwarzają więcej możliwości podłączenia urządzeń zewnętrznych. Proszę zwrócić uwagę, że w takim układzie Combo może pełnić funkcję nagłośnienia małej grupy: gitara i mikrofon (wokal) na wejściach podstawowych oraz klawisze na wejściu AUX. Być może dziś do grania na gitarze wystarczy tylko jedno wejście, ale jutro gdy znajdzie się więcej chętnych do gry może właśnie brakować tego dodatkowego wejścia. Niestety nie przewidujemy wprowadzenia do sprzedaży odrębnej wersji płytki drukowanej. Można skorzystać z oferowanych obecnie płytek i po niewielkiej przeróbce dostosować je do własnych potrzeb. Na marginesie wspomnę, że oddzielny artykuł poświęcony został przeróbce Comba na prosty mikser.

Druga uwaga dotyczy wzmacniacza mocy. Zgadzam się w pełni z Panem, że Comba gitarowe posiadają mniejszą moc. 20 W to lekka przesada, do domu wystarczy lecz w większej sali (nawet szkolnej klasie o sali gimnastycznej nie wspominając) nic nie będzie słychać. Z drugiej strony 250 W to też zbyt dużo. Lecz nie ma potrzeby budowania do Comba tak dużego wzmacniacza. W pierwszym artykule poświęconym wzmacniaczowi mocy podano inne (tańsze) wersje układu które pozwalają na zbudowanie wzmacniacza o mniejszej mocy. W opisywanym wzmacniaczu ok. 80% kosztów budowy pochłaniają cztery elementy: układ STK, transformator sieciowy, kondensatory elektrolityczne filtru zasilacza i radiator. Budując wzmacniacz o mniejszej mocy 2×45 W (1×90 W) wszystkie wyżej wymienione elementy będą znacznie tańsze. Można w ten sposób znacząco obniżyć koszt końcówki.

We wzmacniaczu mocy można także zastosować hybrydowe układy mocy serii STK 41x1 i STK41x2. Gdzie litera „x" oznacza wersję układu. Obudowy tych układów są mniejsze i mają 18 nóżek (seria przewidziana w oryginale – STK 42x1 ma obudowy 22-nóżkowe). Układy serii STK 41x1, STK 41x2 można jednak wlutować w płytkę tak aby nóżka numer 1 układu przypadała w miejscu nóżki numer 3 na płytce drukowanej. Poza tym topologia (położenie) wyprowadzeń i elementów pozostaje bez zmian. Zmianie ulegają jedynie wartości niektórych elementów. Zainteresowanych odsyłam do danych katalogowych.

◊ Dariusz Cichoński

Wzmacniacze mocy – – wzmacniacze przeciwsobne klasy A

Wzmacniacz przeciwsobny

Wzmacniacze przeciwsobne wzięły się z chęci uzyskania większej mocy wyjściowej przy ograniczonych możliwościach czynnych elementów wzmacniających. Wykorzystanie dwóch elementów czynnych pozwala rzeczywiście na uzyskanie dwa razy większej mocy wyjściowej. Wzmacniacze takie powstały już w epoce lamp elektronowych a ich pełny rozkwit związany jest z techniką półprzewodnikową, zwłaszcza z układami scalonymi gdzie ilość tranzystorów nie odgrywa większej roli ponieważ wszystkie są wykonywane w tych samych operacjach technologicznych.

Nazwa wzmacniacz przeciwsobny pochodzi od przeciwnych kierunków wysterowania obu elementów czynnych. Z języka angielskiego bierze się używany dawniej i w naszym kraju zwrot *„push-pull"*. W bezpośrednim tłumaczeniu *„pchaj-ciągnij"*. Tak obrazowo wygląda współpraca elementów czynnych wzmacniacza przeciwsobnego. Jeden element pomaga drugiemu i w efekcie zwiększa się moc wyjściowa.

Istotną rolę we wzmacniaczach przeciwsobnych odgrywa układ sumowania mocy. Układ ten najczęściej wykorzystywał specjalnie nawijany transformator. Przez dwa uzwojenia pierwotne płyną prądy pochodzące ze źródła zasilania i odpowiednio regulowane przez elementy czynne w takt sygnału sterującego. Przeciwne kierunki uzwojeń powodują znoszenie się strumieni magnetycznych. Aby wystąpiło ich sumowanie elementy czynne muszą być sterowane w przeciwnych fazach. Sumaryczny zmienny strumień magnetyczny obejmuje uzwojenie wtórne wzbudzając w nim siłę elektromotoryczną będącą napięciem wyjściowym wzmacniacza.

Na rys. 1 przedstawiono wzmacniacze przeciwsobne, tranzystorowy i lampowy z transformatorem wyjściowym. Elementy czynne sterowane są napięciem o tej samej wartości bezwzględnej U_i lecz o przeciwnych fazach. Przesunięcie fazy między nimi wynosi 180°. Kropki przy wyprowadzeniach transformatora oznaczają początki uzwojeń przy tym samym kierunku nawijania. Taki sposób połączenia uzwojeń daje efekt opisany wyżej.

Wzmacniacz przeciwsobny klasy A

Praca elementów czynnych w klasie A powoduje, że zawsze płynie przez nie prąd. Dotyczy to zarówno braku sygnału wejściowego jak i kierunku wysterowania zmniejszającego prąd elementu czynnego. Strumienie magnetyczne od składowych stałych prądu dzięki odwrotnemu kierunkowi przepływu przez uzwojenie znoszą się nie powodując namagnesowania rdzenia. Jest to ewidentną zaletą wzmacniacza przeciwsobnego w porównaniu ze wzmacniaczem klasy A na pojedynczym tranzystorze czy lampie. Dodatkowo jeszcze znoszą się składowe pochodzące od niedoskonałości napięcia zasilania U_z.

Kolejną zaletą wzmacniacza przeciwsobnego jest znoszenie się parzystych harmonicznych powstających wskutek zniekształceń sygnału wyjściowego przez elementy czynne. Wzajemne działanie przeciwnych kierunków sterowania i strumieni magnetycznych w transformatorze powoduje, że sygnał wyjściowy zawiera jedynie harmoniczne nieparzyste. Właściwy sygnał to tzw. harmoniczna podstawowa o częstotliwości f. Harmoniczną decydującą o zniekształceniach nieliniowych jest trzecia harmoniczna o częstotliwości 3f. Tutaj muszę wspomnieć o zalecie triod, które generują więcej harmonicznych parzystych i pozwalają w układzie przeciwsobnym na uzyskanie minimalnych zniekształceń bez stosowania sprzężenia zwrotnego.

Prąd płynący przez rezystory R_k lub R_e nie zmienia się w zależności od wysterowania i rezystory te nie muszą być blokowane kondensatorem dla uniknięcia ujemnego sprzężenia zwrotnego. We wzmacniaczu lampowym rezystor R_k służy do zapewnienia tzw. automatycznej polaryzacji siatki pierwszej wytwarzając ujemne napięcie względem katody. We wzmacniaczu tranzystorowym rezystor R_e może być wykorzystany do stabilizacji termicznej tranzystorów, które wymagają jednak dodatkowego obwodu polaryzacji.

Graficzną analizę pracy przeciwsobnego wzmacniacza mocy klasy przedstawiono na rys. 2. Uzyskuje się ją przez odpowiednie złożenie dwóch charakterystyk pojedynczych wzmacniaczy klasy A.

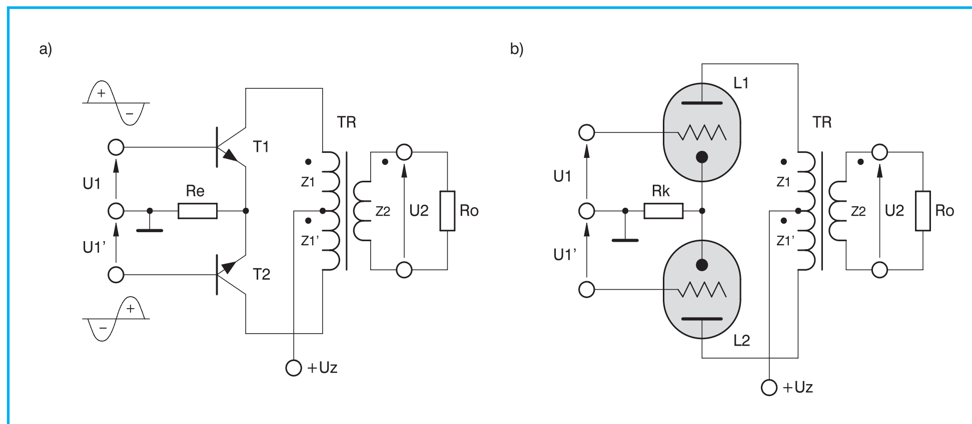
Charakterystyki dotyczą wzmacniacza tranzystorowego, ale zupełnie podobne będą dla wzmacniacza lampowego na pentodach. Takie same będą i właściwości obu układów. Każdy z tranzystorów jest obciążony przetransformowaną rezystancją obciążenia R_{o1} i R_{o2} wynikającą z przekładni transformatora.

$$R_{o1} = R_{o2} = R_o \cdot \left(\frac{z_1}{z_2}\right)^2$$

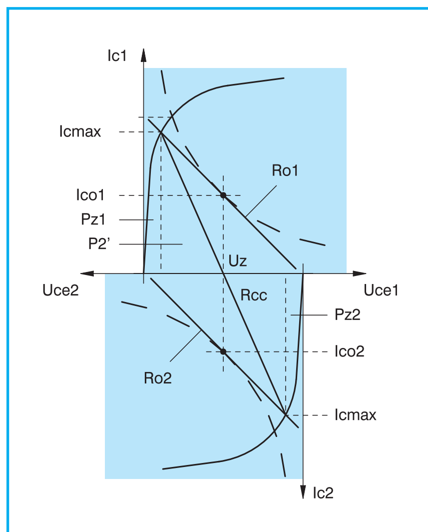
Wskutek sumowania mocy pojawia się charakterystyka wypadkowa prezentowana przez rezystancję R_{cc} (między kolektorami tranzystorów), która jest równa 1/2 rezystancji pojedynczej lampy. W efekcie amplituda napięcia wyjściowego jest taka sama jak dla wzmacniacza pojedynczego klasy A, natomiast wzrasta dwukrotnie amplituda prądu. Maksymalna moc wyjściowa na pierwotnej stronie transformatora (z pominięciem napięcia nasycenia) wynosi:

$$P_2' = \frac{1}{2} U_z \cdot I_{c\,max} \approx U_z \cdot I_{co1}$$

Na stronie wtórnej będzie nieco mniejsza wskutek ograniczonej sprawności



Rys. 1 Podstawowy układ wzmacniacza przeciwsobnego

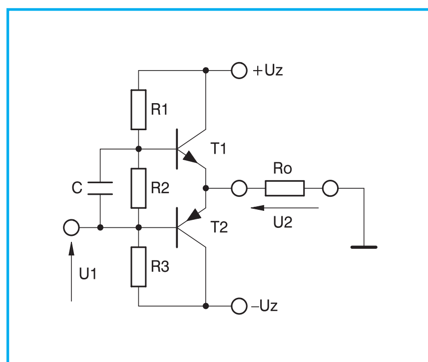


Rys. 2 Analiza graficzna przeciwsobnego wzmacniacza mocy klasy A

transformatora. Wynik końcowy uzyskano przy założeniu: $I_{cmax}=2I_{co1}$. Moc pobierana z zasilania będzie sumą mocy pobieranych przez każdy tranzystor.

$$P_z = 2 \cdot I_{co1} \cdot U_z$$

Każdy potrafi obliczyć, że teoretyczna sprawność maksymalna przeciwsobnego wzmacniacza mocy klasy A wynosi 50% i jest taka sama jak dla wzmacniacza na pojedynczym elemencie. Praktycznie nie przekracza ona jednak 30%. Tak więc przeciwsobny wzmacniacz klasy A w odniesieniu do wzmacniacza z pojedynczym elementem czynnym pozwala na uzyskanie dwukrotnie większej mocy wyjściowej przy tej samej sprawności a więc dwukrotnie większej mocy pobieranej z zasilania. Jego istotną wadą jest fakt pobierania takiej samej mocy niezależnie od wysterowania czyli niezależnie od mocy wyjściowej. Zaletą wzmacniaczy przeciwsobnych klasy A są bardzo małe zniekształcenia nieliniowe co pozwala na zrezygnowanie z ujemnego sprzężenia zwrotnego i uzyskanie bardzo dobrych właściwości przejściowych. Wzmacniacze klasy A są preferowane przez audiofili jako wzmacniacze o najlepszym odtwarzaniu szczegółów dźwięków.



Rys. 3 Wzmacniacz mocy klasy A z tranzystorami komplementarnymi

Wzmacniacze beztransformatorowe

Elementy indukcyjne są eliminowane z układów elektronicznych gdzie tylko jest to możliwe. Transformatory głośnikowe są najbardziej krytycznym i trudnym do zaprojektowania jak i wykonania elementem wzmacniacza przeciwsobnego mocy. Próby bezpośredniego podłączenia głośnika do wyjścia wzmacniacza były przeprowadzane już we wzmacniaczach lampowych. Duże rezystancje obciążenia lamp wymagały specjalnych głośników o dużej rezystancji np. 800 Ω.

Dużo łatwiej jest zrealizować beztransformatorowe wzmacniacze tranzystorowe, których małe rezystancje wyjściowe pozwalają na bezpośrednie podłączenie obciążenia o typowej rezystancji 4÷8 Ω. Kolejnym ułatwieniem jest możliwość wykorzystania tranzystorów komplementarnych o przeciwnych kierunkach zasilania i sterowania. Nie wymagają one specjalnych układów odwracania fazy sygnału wymaganych zwłaszcza we wzmacniaczach przeciwsobnych lampowych. Przykładowe rozwiązanie wzmacniacza beztransformatorowego prezentuje rys. 3.

Układ ten przypomina znany powszechnie komplementarny wtórnik emiterowy. Jego istotną cechą jest polaryzacja baz tranzystorów za pomocą rezystorów R1, R2 i R3 tak, aby nawet w skrajnych warunkach sterowania przez oba tranzystory płynął prąd. Prąd ten powinien być co najmniej równy maksymalnej amplitudzie prądu wyjściowego płynącego przez rezystancję obciążenia R_o.

$$I_o = I_{max} = \frac{U_z}{R_o}$$

Rezystor R2 może być wykorzystany do stabilizacji punktu pracy tranzystorów T1 i T2. W tym celu wykorzystuje się termistor lub odpowiednio połączony tranzystor sprzężony termicznie z tranzystorami mocy. Kondensator C zapewnia połączenie baz tranzystorów dla składowej zmiennej. Zależności energetyczne są takie same jak w układzie z transformatorem, a sprawność nie przekracza praktycznie 30 %.

Inne rozwiązanie wzmacniacza klasy A prezentuje rys. 4. W tym przypadku wykorzystuje się dwa tranzystory polowe mocy. Tranzystor T1 jest wzmacniaczem pracującym w klasie A natomiast T2 wraz z tranzystorem bipolarnym T3 pełni rolę źródła prądowego.

Rys. 4 Wzmacniacz mocy klasy A ze źródłem prądowym

Wartość prądu tranzystora T2 ustalana jest rezystorami R5 i R3 na wartość większą od maksymalnej wartości prądu obciążenia płynącego przez R_o, która wynosi:

$$I_o = I_{max} = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_z}{R_o}$$

Punkt pracy tranzystora T1 jest ustalany tak aby bez wysterowania napięcie na jego drenie wynosiło 1/2 U_z. Do takiej wartości napięcia zostanie naładowany kondensator C2 pełniący rolę dodatkowego źródła zasilania oraz kondensatora sprzęgającego z obciążeniem. Musi on posiadać odpowiednio dużą pojemność, aby napięcie na nim nie spadało zbyt mocno przy silnym wysterowaniu sygnałem o niskiej częstotliwości.

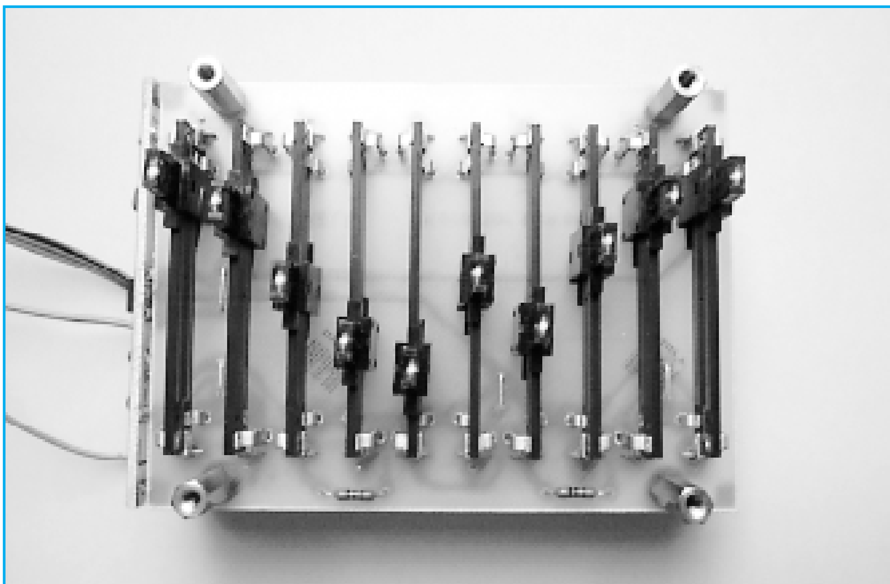
Tranzystor T1 pełni rolę elementu regulującego rozpływ prądu ze źródła prądowego do obciążenia dla dodatnich połówek okresu. Przy jego pełnym zatkaniu przez obciążenie płynie prąd I_{max} wyliczony według podanego wyżej wzoru. Ładowany jest kondensator C2. Przy połówkach ujemnych przez T1 płynie prąd ze źródła prądowego oraz prąd rozładowania kondensatora C2 powodujący przepływ prądu w odwrotnym kierunku przez obciążenie R_o. W skrajnym przypadku przez tranzystor T1 popłynie prąd dwukrotnie większy od prądu źródła prądowego T2. Jest to dość oryginalna konstrukcja, której wadą jest ujemny wpływ na parametry kondensatora C2.

Sprawność układu jest typowa jak dla klasy A. W kolejnym artykule z tego cyklu zajmiemy się wzmacniaczami o dwukrotnie większej sprawności pracującymi w klasie B a praktycznie w klasie AB.

◊ ***R.K.***

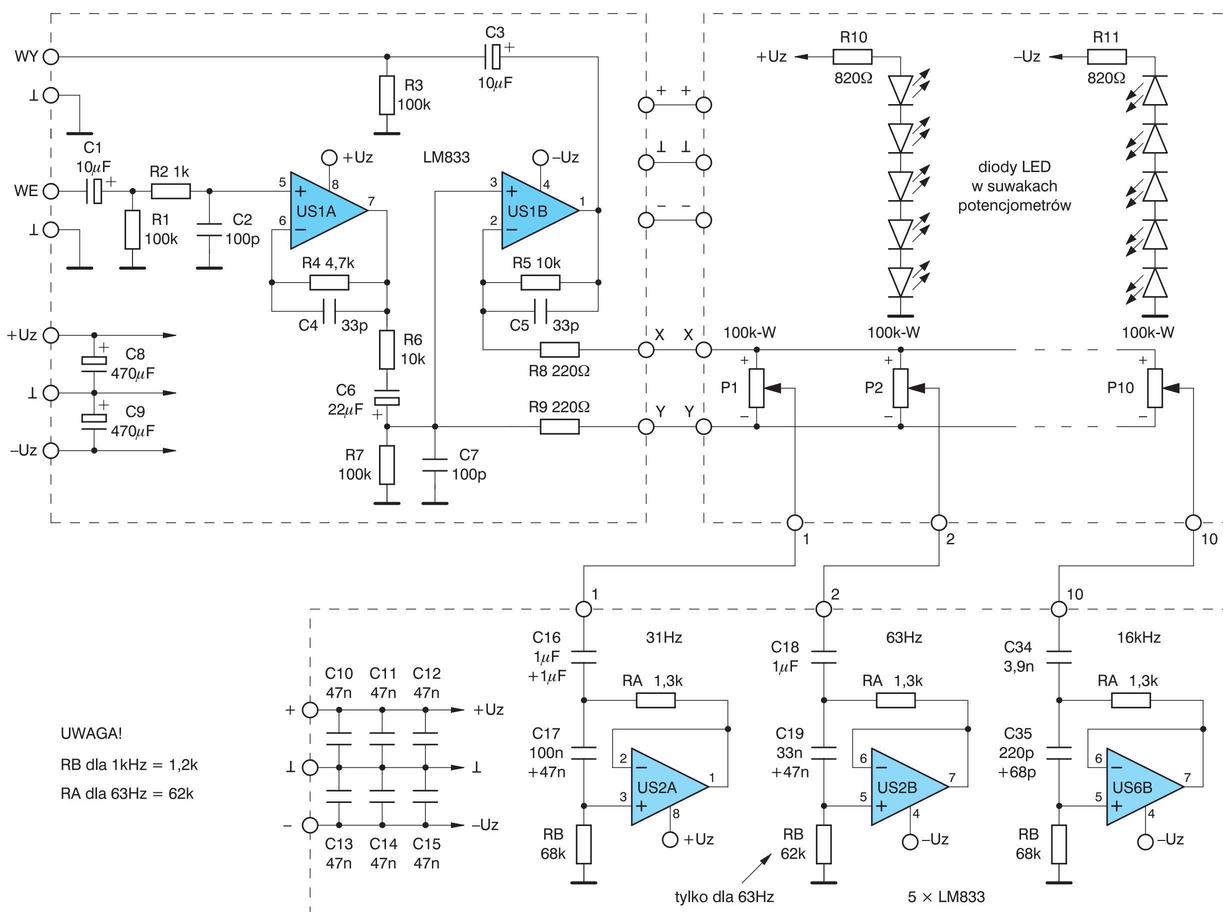
Combo gitarowe – korektor graficzny

Przedstawiamy obiecywany w poprzednim numerze korektor graficzny przeznaczony do Comba gitarowego. Korektor oczywiście jest urządzeniem uniwersalnym i może zostać zastosowany w dowolnym torze elektroakustycznym, zwłaszcza, że jego konstrukcja jest bardzo zwarta. Choć w Praktycznym Elektroniku było już sporo korektorów graficznych, ten jednak zasługuje na uwagę, ze względu na małe wymiary.

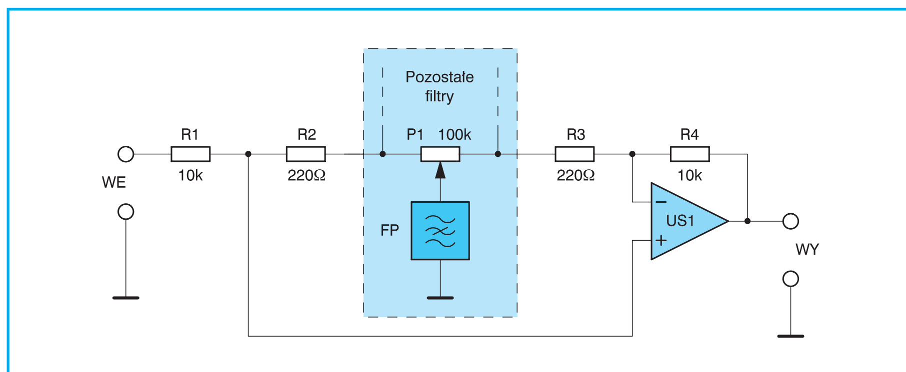


Korektory graficzne były już wiele razy opisywane w naszym piśmie. Dość niefortunnie zbiegło się opublikowanie korektora kilka miesięcy temu i tego przedstawianego obecnie. Generalnie wszystkie tego typu urządzenia bazują na podobnych rozwiązaniach układowych. Wszystko sprowadza się do zastosowanych w korektorze filtrów. Jednym z najlepszych i najczęściej stosowanych rozwiązań jest wykorzystanie filtrów szeregowych z symulowaną indukcyjnością. Filtry te są proste w projektowaniu, a co najważniejsze nie ma z nimi żadnych problemów na etapie realizacji w rzeczywistym układzie elektronicznym. Przy niewielkich dobrociach są one „odporne" na tolerancję elementów. Dość powiedzieć, że w korektorze dziesięciopasmowym wystarczą w zupełności elementy z tolerancją 5%. Przy tolerancji 10% także nie ma większych problemów. Odchyłki częstotliwości środkowych i różnych wartości dobroci filtrów nie są wtedy jeszcze zauważalne dla ucha.

Prezentowany korektor nie odbiega więc od standardu. Zdecydowałem się jednak przedstawić go ze względu na konstrukcję mechaniczną, która jest bardzo zwarta i w związku z tym zajmuje bardzo mało miej-



Rys. 1 Schemat ideowy korektora graficznego



Rys. 2 Uproszczony schemat ilustrujący działanie korektora

sca. Jest to szczególnie istotne w przypadku Comba lub stołu mikserskiego, gdzie miejsce na płycie czołowej jest ograniczone.

Schemat układu przedstawiono na rysunku 1. Na wejściu znajduje się wtórnik napięciowy US1A zapewniający małą impedancję wyjściową niezbędną do prawidłowej pracy filtrów pasmowych. Stąd sygnał trafia na potencjometry P1÷P10. Suwak każdego z potencjometrów połączony jest z filtrem pasmowym dostrojonym do odpowiedniej częstotliwości. W filtrach zastosowano symulowaną indukcyjność na którą składają się elementy RA, RB, C17 i wzmacniacz operacyjny (dla pierwszego filtru). Szeregowo z symulowaną indukcyjnością połączony jest kondensator C16. Zatem filtr elektrycznie odpowiada filtrowi szeregowemu LC. Parametry filtru takie jak częstotliwość rezonansowa i dobroć zależą od wartości wymienionych wyżej elementów. Jak wiadomo dla częstotliwości rezonansowej impedancja takiego filtru maleje do bardzo małych wartości. Czyli suwak potencjometru zostaje zwarty do masy dla częstotliwości rezonansowej filtru.

Tabela 1
Wartości elementów w filtrach dla częstotliwości 31 Hz÷16 kHz

f	CA		CB		RA	RB
31 Hz	**C16**	1 μF+1 μF	**C17**	100 nF+47 nF	1,3 k	68 k
63 Hz	**C18**	1 μF+47 nF	**C19**	47 nF+33 nF	1,3 k	**62 k**
125 Hz	**C20**	470 nF+22 nF	**C21**	33 nF+3,9 nF	1,3 k	68 k
250 Hz	**C22**	220 nF+22 nF	**C23**	10 nF+8,2 nF	1,3 k	68 k
500 Hz	**C24**	100 nF +22 nF	**C25**	8,2 nF+1,2 nF	1,3 k	68 k
1,0 kHz	**C26**	33 nF+33 nF	**C27**	4,7 nF	**1,2 k**	68 k
2,0 kHz	**C28**	15 nF+15 nF	**C29**	2,2 nF+130 pF	1,3 k	68 k
4,0 kHz	**C30**	15 nF	**C31**	1,2 nF	1,3 k	68 k
8,0 kHz	**C32**	3,9 nF+3,9 nF	**C33**	560 pF+27 pF	1,3 k	68 k
16,0 kHz	**C34**	3,9 nF	**C35**	220 pF+68 pF	1,3 k	68 k

Tabela 2
Wartości elementów w filtrach dla częstotliwości 31 Hz÷1 kHz

f	CA		CB		RA	RB
31 Hz	**C16**	470 nF+470 nF	**C17**	220 nF+68 nF	1,0 k	100 k
45 Hz	**C18**	330 nF+330 nF	**C19**	150 nF+47 nF	1,0 k	100 k
63 Hz	**C20**	470 nF	**C21**	100 nF+33 nF	1,0 k	100 k
90 Hz	**C22**	220 nF+100 nF	**C23**	100 nF	1,0 k	100 k
125 Hz	**C24**	220 nF+10 nF	**C25**	68 nF+2,2 nF	1,0 k	100 k
180 Hz	**C26**	150 nF+10 nF	**C27**	47 nF+1,2 nF	1,0 k	100 k
250 Hz	**C28**	100 nF+15 nF	**C29**	33 nF+2,2 nF	1,0 k	100 k
360 Hz	**C30**	47 nF+33 nF	**C31**	22 nF+2,2 nF	1,0 k	100 k
500 Hz	**C32**	33 nF+22 nF	**C33**	10 nF+6,8 nF	1,0 k	100 k
700 Hz	**C34**	22 nF+22 nF	**C35**	10 nF+2,2 nF	1,0 k	100 k
1000 Hz	**XX**	22 nF+6,8 nF	**XX**	8,2 nF+510 pF	1,0 k	100 k

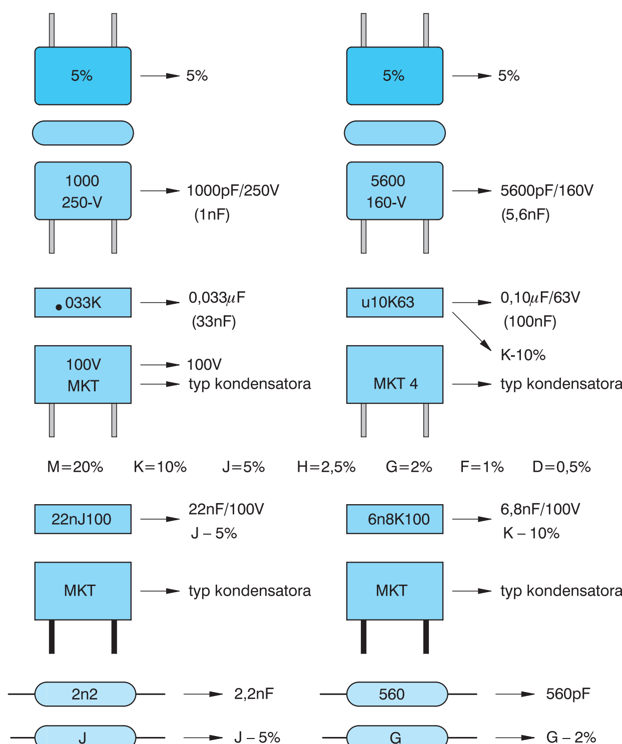
Drugi koniec ścieżki oporowej potencjometru jest połączony z wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego US1B. Można zauważyć, że w ten sposób powstało ujemne sprzężenie zwrotne którego wartość zależy od położenia suwaków poszczególnych potencjometrów. Czyli sprzężenie zwrotne z uwagi na filtry o różnych częstotliwościach może być kształtowane odrębnie dla każdej z częstotliwości zastosowanych filtrów oddzielnie. Oprócz tego sygnał z wtórnika napięciowego US1A doprowadzony jest do wejścia nieodwracającego wzmacniacza US1B. W ten sposób zapewniono dotarcie całego pasma sygnału do tego wzmacniacza.

Jeżeli suwak potencjometru P1 znajduje się po lewej stronie (patrz schemat uproszczony rys. 2), to sygnały akustyczne leżące w pobliżu częstotliwości środkowej pierwszego filtru ulegają stłumieniu. Dzieje się tak za sprawą dzielnika R1, R2 i rezystancji wejściowej filtru który zwiera sygnał do masy. Jednocześnie wzmocnienie wzmacniacza US1 dla częstotliwości środkowych filtru będzie małe. Jest ono określone stosunkiem rezystora R4 do rezystancji potencjometru P1 i rezystora R3.

Dla środkowego położenia suwaka potencjometru P1 sygnał jest tłumiony znacznie mniej gdyż wartość rezystancji potencjometru P1 pomiędzy jego lewym końcem a suwakiem jest stosunkowo duża. Zmianie ulega także wzmocnienie wzmacniacza US1. Wartości rezystorów R1, R2, R3 i R4 są dobrane w taki sposób aby wzmocnienie w takiej sytuacji wynosiło 1 V/V.

Z kolei dla prawego położenia suwaka potencjometru tłumienie przez dzielnik napięciowy R1, R2 i P1 jest minimalne z uwagi na dużą rezystancję potencjometru P1. Natomiast wzmocnienie wzmacniacza US1 jest wtedy największe, gdyż stosunek rezystancji R4 do rezystancji wejściowej filtru jest duży. Rezystancja potencjometru P1 odpada w tym przypadku, gdyż jego suwak jest w prawym położeniu.

Tak samo dzieje się w przypadku kolejnych filtrów. Oczywiście impedancja filtrów dla częstotliwości środkowych przedstawia skończoną wartość, lecz nie ma to większego wpływu na działanie korektora. Dobór elementów w praktyce eliminuje tą przypadłość. Takie rozwiązanie układu regulacji powoduje, że w pozycjach środkowych wszystkich suwaków charakterystyka częstotliwościowa



Rys. 3 Najczęściej spotykane oznaczenia kondensatorów tworzywowych

jest niemal idealnie płaska, co w innych rozwiązaniach korektorów jest rzadkością. I co ciekawe na płaskość charakterystyki nie wpływają parametry filtrów. Przy maksymalnym podbiciu i obcięciu na wypadkowej charakterystyce pojawiają się niewielkie zafalowania nie przekraczające 2÷3 dB. Wielkość tych zafalowań zależy już od parametrów filtrów. Przy dokładnych wartościach pojemności kondensatorów są one najmniejsze.

Wartość maksymalnego podbicia i obcięcia częstotliwości można w prosty sposób zmieniać za pomocą rezystorów R1 i R4. Zmniejszając ich wartości uzyskuje się mniejszy zakres podbić i obcięć. Natomiast zwiększając ich wartości zakres regulacji ulega zwiększeniu. Nie ma jednak potrzeby zmieniać założonego zakresu regulacji, który dla podanych wartości elementów wynosi ±12 dB. Combo posiada własną regulację barwy dźwięku o zakresie ±15 dB dla 100 Hz i 10 kHz. W przypadku dla częstotliwości 30 Hz i 16 kHz zakres regulacji barwy dźwięku jest jednak znacznie szerszy, rzędu ±20 dB. Zatem po zastosowaniu korektora na krańcach pasma zakres regulacji barwy dźwięku osiąga „gigantyczną" wartość ±32 dB czyli 40 V/V. W takim przypadku należy bardzo rozważnie posługiwać się regulatorami barwy i korektorem aby nie dopuścić do przesterowania.

W korektorze zastosowano, podobnie jak w Combie, niskoszumne wzmacniacze operacyjne. Z uwagi na duży poziom sygnału w tym miejscu toru akustycznego podane na schemacie wzmacniacze można zamienić na inny typ. Nie polecam jednak takiego rozwiązania. Wzmacniacze LM 833 i ich ścisłe odpowiedniki charakteryzują się nie tylko niskim poziomem szumów ale także bardzo niskimi zniekształceniami nieliniowymi rzędu 0,002%. Dzięki temu korektor graficzny mimo dużej liczby elementów wprowadza zniekształcenia poniżej 0,01% dla sygnału wejściowego 1 V_{RMS}.

Układ zasilany jest stabilizowanym napięciem ±15 V. Pobiera on z zasilacza prąd nie przekraczający ±40 mA.

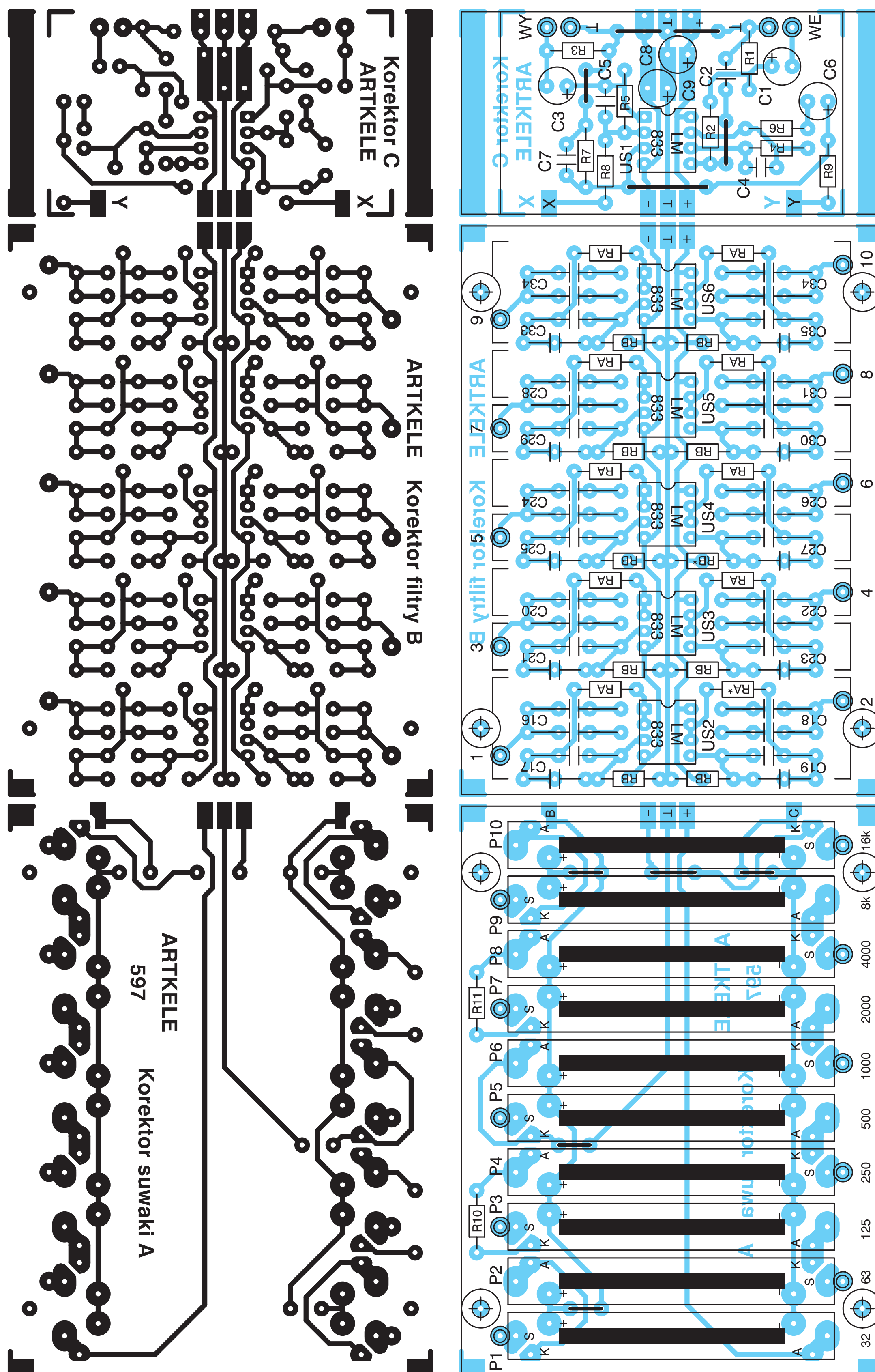
Montaż i uruchomienie

Jak już pisano korektor graficzny może obejmować zakresem regulacji całe pasmo akustyczne lub też tony najniższe w przypadku Comba przeznaczonego do współpracy tylko z gitarą basową. Wartości elementów zastosowanych w filtrach dla obu przypadków podano w tabelach 1i 2. Tabela 1 obejmuje wartości elementów dla 10-ciu filtrów rozstawionych w odstępie oktawy. Natomiast w tabeli 2 podano wartości elementów dla 11-tu filtrów rozstawionych w odstępie półoktawowym. Użytkownikom pozostawiam decyzję, czy w układzie zastosować filtr 31 Hz czy też 1 kHz. W drugim rozwiązaniu nie wolno odrzucać żadnego filtru środkowego, tylko jeden skrajny.

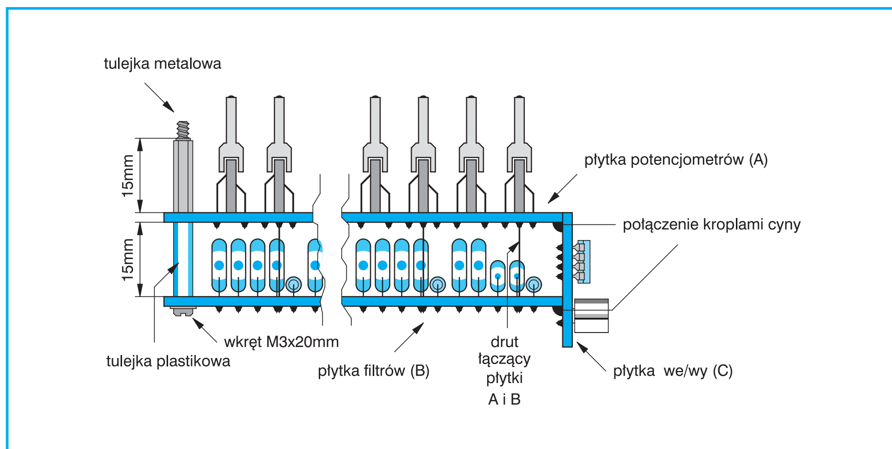
Projektowanie korektora graficznego, zwłaszcza przy pomocy programu matematycznego pozwalającego obliczyć wartości elementów w filtrach jest dość proste. Najwięcej jednak trudności powodują kondensatory. Cała sztuka polega na takim dobraniu wartości rezystorów, aby w filtrach można było zastosować dostępne w handlu kondensatory. Niestety prowadzi to do równoległego łączenia kondensatorów ze sobą. Dlatego też w tabelach przy poszczególnych filtrach podano kondensatory jakie należy wlutować w płytkę drukowaną, a nie wartość wyliczoną. W większości filtrów stosuje się dwa kondensatory połączone ze sobą.

Teraz kilka uwag dotyczących samych kondensatorów. W korektorze należy stosować kondensatory typu MKSE, MKT, lub KSF, tzw. tworzywowe. Wszystkie te typy posiadają dielektryk foliowy i charakteryzują się bardzo dobrymi parametrami. W żadnym wypadku nie polecam kondensatorów ceramicznych, zwłaszcza ferroelektrycznych (typ dielektryka). Tolerancja wykonania kondensatorów powinna wynosić 5%. Jeżeli nie uda się zakupić kondensatorów 5% od biedy można zastosować tolerancję 10%. W takim przypadku proponuję jednak sprawdzenie pojemności kondensatora przy pomocy miernika. Jeżeli wartość kondensatora będzie znacznie większa od nominalnej (+10%) można odpowiednio zmniejszyć wartość drugiego, równoległego kondensatora. Natomiast przy odchyłce –10%. Wskazane jest zwiększenie drugiego kondensatora. Z rezystorami nie ma w praktyce żadnych problemów wystarczą te o tolerancji 5%.

Kondensatory na swojej obudowie posiadają oznaczenia pojemności znamionowej, tolerancji wykonania i napięcia pracy. Początkujący elektronicy z reguły mają problemy z odczytaniem tych napisów. Na rysunku 3 przedstawiono najczęściej stosowane oznaczenia. Cechą wspólną oznaczeń jest stosowanie litery, która pełni funkcję kropki dziesiętnej. Np. μ100 oznacza 0,1 miF=100 nF, 5n6 oznacza 5,6 nF, 22n – 22 nF itd. Kondensatory o dużych gabarytach posiadają dużą pojemność – opisywane są w mikrofaradach. Natomiast kondensatory małe gabarytowo to kondensatory o małych pojemnościach i napis 560 oznacza 560 pF. Kondensatory z przedziału 1÷100nF najczęściej w oznaczeniu posiadają literkę „n".



Rys. 4 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów



Rys. 5 Montaż płytek korektora graficznego

Można jednak spotkać oznaczenie tego rodzaju: 5600, co odpowiada 5600 pF=5,6 nF. Generalnie wszystkie oznaczenia bez kropek i liter w środku liczby to pikofarady.

Oddzielną natomiast sprawą jest oznaczanie tolerancji wykonania. W niektórych przypadkach na obudowie tolerancja jest opisana otwartym tekstem np. 5%. W innych do opisu tolerancji używa się kodu literowego (patrz rysunek 3). Warto zapamiętać tylko trzy litery J=5%, K=10%, M=20%. Czasami (bardzo rzadko) litera oznaczająca tolerancję pełni funkcję przecinka w wartości pojemności np. K100 oznacza 0,1 μF/10%.

Wartości napięć podawane są w voltach i z reguły oznaczane są literą „V". Często też umieszczane są na końcach ciągu oznaczeń: 22nJ100 to po prostu 22 nF/5%/100 V. Produkowane przez MIFLEX kondensatory typu KSF-20-ZM posiadają kolorowy kod oznaczania napięcia znamionowego, zabarwiony jest koniec zwijki. Nie dysponuję jednak żadnymi danymi na temat kodu kolorowego stosowanego w tych kondensatorach.

Po zgromadzeniu kondensatorów i innych elementów można przystąpić do montażu elementów. Elementy elektroniczne korektora graficznego mieszczą się na trzech płytkach drukowanych: potencjometrów (A), filtrów (B) i we/wy (C). Na schemacie ideowym zaznaczono podział płytek drukowanych. W płytce potencjometrów konieczne jest rozwiercenie otworów montażowych. Po włożeniu potencjometrów w płytkę należy przylutować w każdym potencjometrze tylko jedną skrajną nóżkę. Następnie sprawdza się czy potencjometry stoją idealnie pionowo, ewentualne odchyłki należy skorygować. Dopiero po pionowym ustawieniu potencjometrów można przylutować pozostałe nóżki. Z kolei w płytce filtrów montaż kondensatorów pozostawia się na sam koniec. Gdyż po zamontowaniu kondensatorów kłopotliwe jest wkładanie w płytkę układów scalonych. Na samym końcu na płytce filtrów montuje się kondensatory C10÷C15 które umieszcza się po stronie druku. Na kondensatory C10÷C15 przewidziano oddzielne pola lutownicze na ścieżkach zasilania. Natomiast na ścieżce masy kondensatory lutuje się do pól w które wlutowane są rezystory RB.

Gdy wszystkie płytki są zmontowane, można przystąpić do montażu mechanicznego. Do tego potrzebne są cztery dystansowe tulejki plastikowe i cztery tulejki metalowe o długościach 15 mm. Płytki potencjometrów i filtrów skręca się ze sobą tak jak pokazano to na rysunku 5. Dla przejrzystości rysunku namalowano na nim tylko jeden komplet tulejek. Trzeba zwrócić uwagę, aby potencjometr P1 znajdował się nad filtrem oznaczonym cyfrą 1 (przez pomyłkę można obrócić jedną z płytek o 180° względem drugiej, do czego nie wolno dopuścić!!!).

W dalszej kolejności należy połączyć suwaki potencjometrów z płytką filtrów. Do tego celu można wykorzystać obcięte nóżki od zamontowanych wcześniej elementów. Na płytkach potencjometrów i filtrów wzdłuż dłuższych krawędzi znajdują się pola lutownicze które łączy się ze sobą (patrz rys. 5).

Na sam koniec pozostaje przylutowanie z boku płytki we/wy. Płytki potencjometrów i filtrów na prawej krawędzi posiadają prostokątne pola lutownicze, które pasują do takich samych pól na płytce we/wy. Pola te należy zlutować ze sobą. Pewną trudność może sprawić lutowanie pól pomiędzy płytką filtrów i płytką we/wy, ale przy odrobinie wprawy można sobie z tym poradzić. Trzeba tylko uważać, aby nie dotknąć gorącą lutownicą do kondensatorów, które można łatwo uszkodzić.

Zmontowany korektor nie wymaga żadnego uruchamiania. Można tylko sprawdzić pobór prądu z zasilacza, który powinien mieć wartość ok. 30÷45 mA. Wartość prądu zmierzono przy układach LM 833. Przy stosowaniu innych układów wartość pobieranego prądu może ulec zmianie.

Jeżeli korektor zostanie zastosowany w Combie łączy się go z przeznaczonymi do tego celu polami lutowniczymi na płytce 595. Do połączenia można bez problemu wykorzystać zwykłe przewody bez ekranu. Powinny one być możliwie jak najkrótsze. Zasilanie korektora należy połączyć bezpośrednio do płytki zasilacza. W takim układzie nie wystąpią żadne problemy z masą i przydźwiękami.

Podczas pracy z korektorem trzeba bardzo uważać, aby nie dopuścić do przesterowania toru, co spowoduje znaczący wzrost zniekształceń nieliniowych. Sam układ korektora znosi bardzo dobrze przesterowanie nawet do napięcia na wyjściu rzędu 12 V_{pp} nie wprowadzając dodatkowych zniekształceń.

Wykaz elementów

Półprzewodniki	
US1÷US6	– LM 833 (MC 33078)
Rezystory	
R8, R9	– 220 Ω/0,125 W
R10, R11	– 820 Ω/0,125 W
R2	– 1 kΩ/0,125 W
R4	– 4,7 kΩ/0,125 W
R5, R6	– 10 kΩ/0,125 W
R1, R3, R7	– 100 kΩ/0,125 W
RA	– patrz Tabela 1 i 2 (10 szt.)
RB	– patrz Tabela 1 i 2 (10 szt.)
P1÷P10	– 100 kΩ-W typ NSV304NL(V1)W 100k
Kondensatory	
C4, C5	– 33 pF/50 V ceramiczny
C2, C7	– 100 pF/50 V ceramiczny
C10÷C15	– 47 nF/50 V ceramiczny
C1, C3	– 10 μF/25 V
C6	– 22 μF/25 V
C8, C9	– 47 μF/25 V
C16÷C35	– patrz Tabela 1 i 2
Inne	
tulejki dystansowe plastikowe 15 mm 4 szt.	
tulejki dystansowe metalowe z gwintem M3 15 mm 4 szt.	
płytka drukowana numer 597	

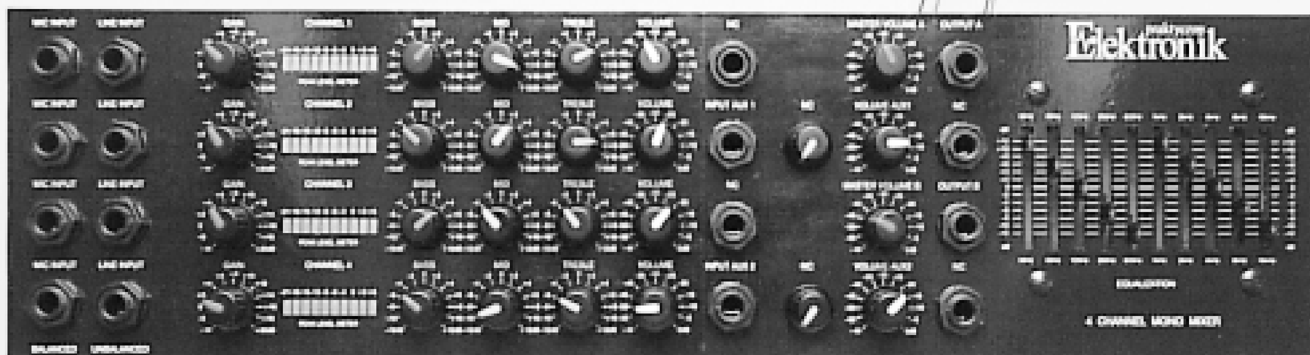
Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

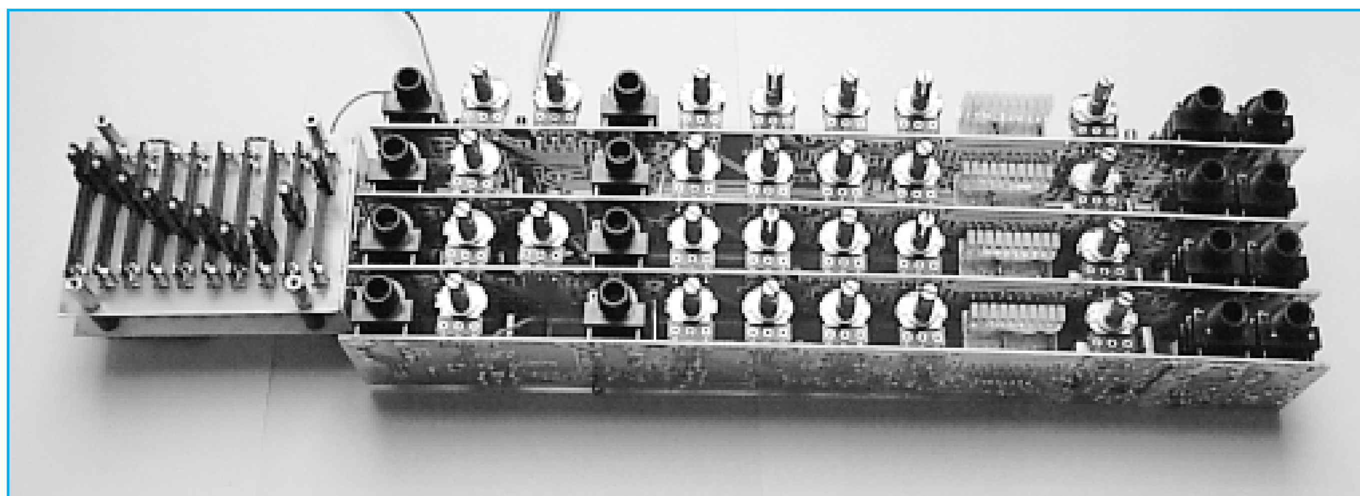
Cena: płytka numer 597 – 16,00 zł + koszty wysyłki (10 zł)

◊ *mgr inż. Dariusz Cichoński*

Przebudowa Comba gitarowego na mini mikser

Opisane w poprzednim numerze Combo gitarowe spotkało się z bardzo dużym zainteresowaniem miłośników gitary. Od razu też sypnęły się listy z prośbami o profesjonalny mikser. Takie urządzenie jest przygotowywane i w najbliższym czasie powinno zostać opublikowane w Praktycznym Elektroniku. Niestety ten profesjonalny mikser będzie urządzeniem dość rozbudowanym a w związku z tym drogim. Nie da się bowiem pogodzić ze sobą wysokiej jakości, funkcjonalności i niskiej ceny. Opisane Combo można jednak w prosty sposób rozbudować do małego monofonicznego miksera z sześcioma wejściami. Opis takich przeróbek zamieszczono poniżej.

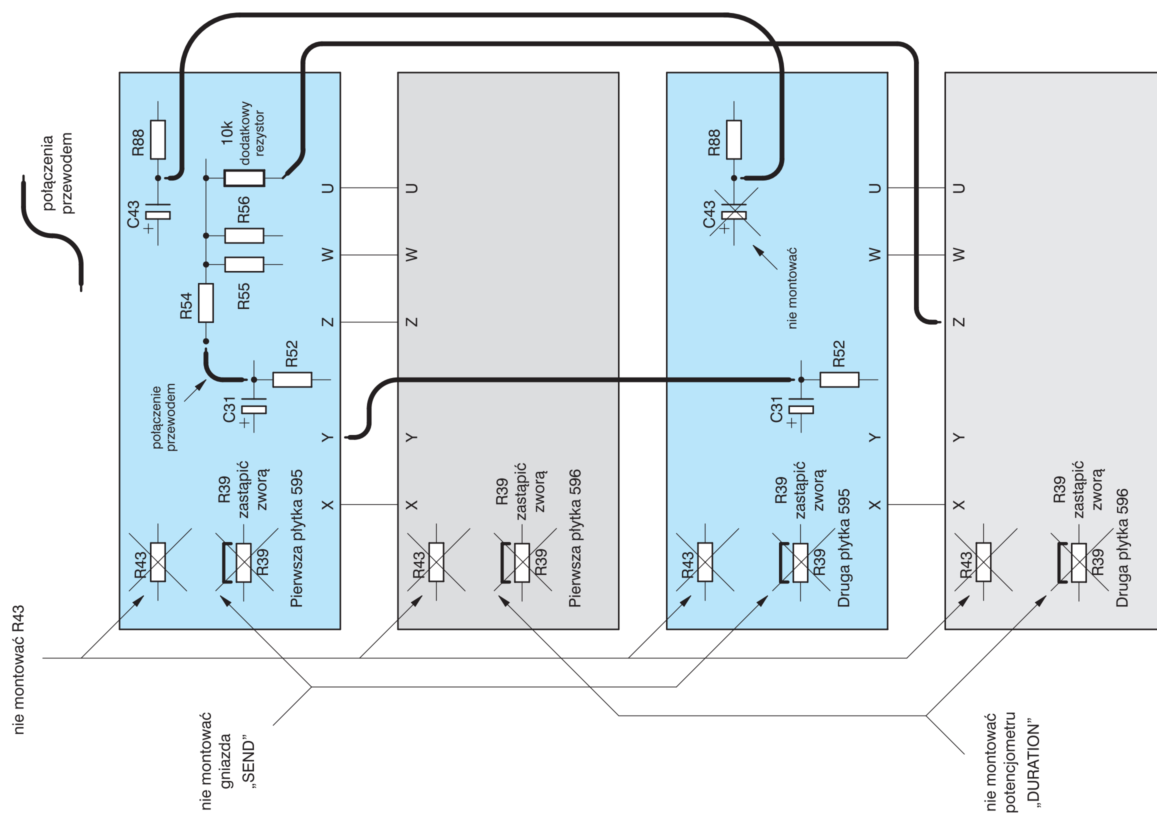




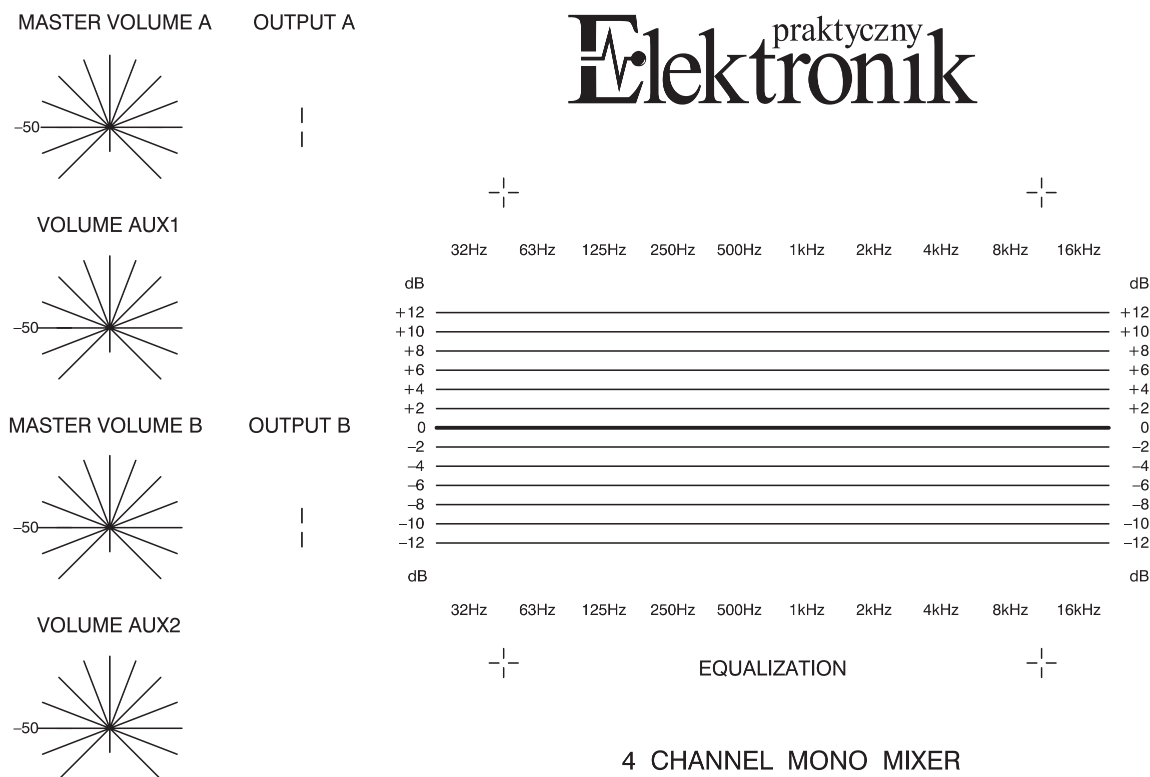
Prezentowane Combo gitarowe w samej zasadzie działania jest prostym dwukanałowym mikserem z pomocniczym wejściem AUX. Zatem do opisanego zestawu można podłączyć dwa sygnały niskiego poziomu albo liniowe oraz jeden sygnał liniowy. Z dwóch identycznych układów można zbudować prosty mikser posiadający dwa razy tyle wejść. W mikserze zastosowano dwie płytki o numerze 595 i dwie 596.

W układzie należy dokonać kilku niewielkich przeróbek, które zostaną wymienione w podpunktach. Zmiany zaznaczono także na rysunku 1.

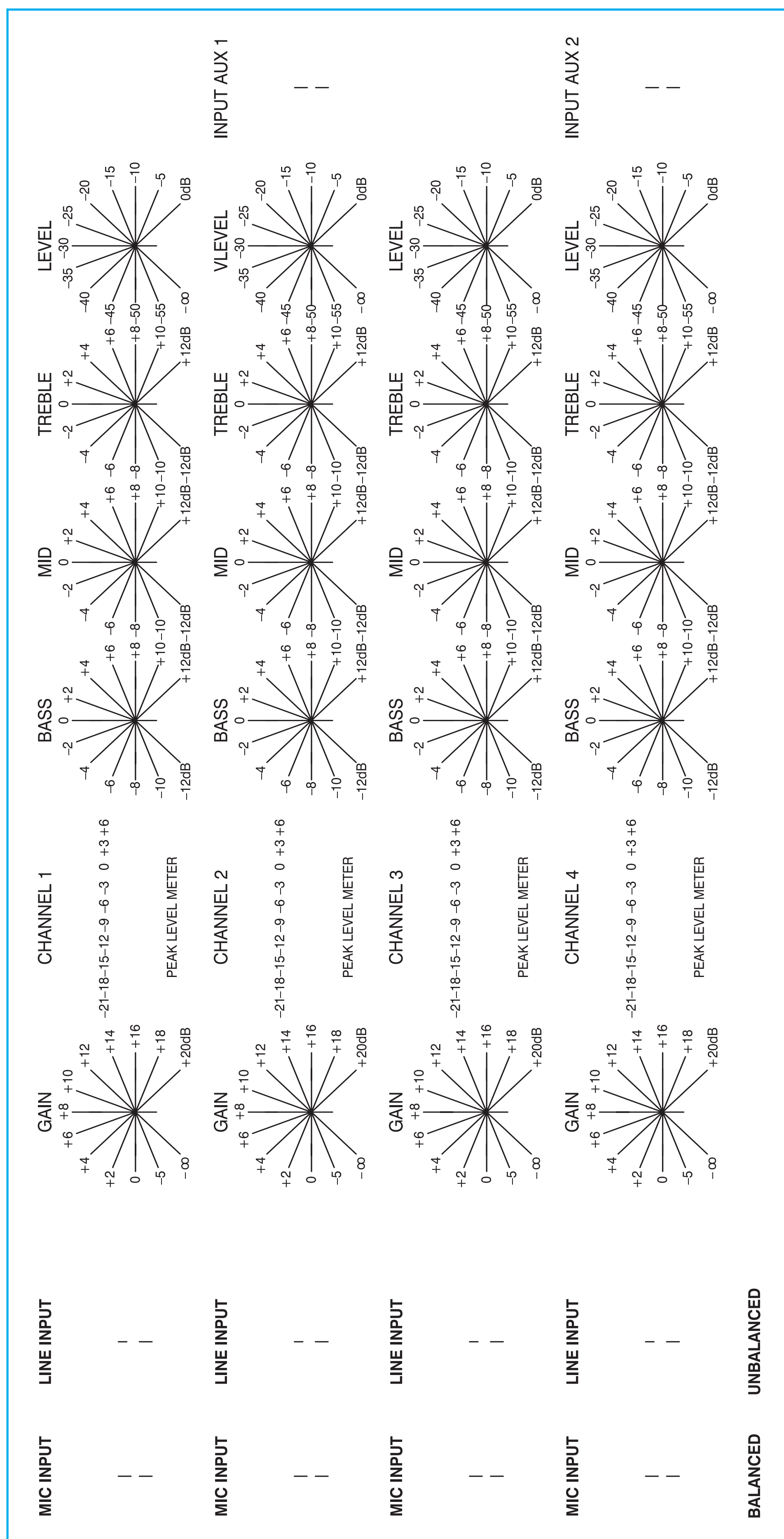
1. Na wszystkich płytkach drukowanych nie montuje się rezystorów R43.
2. Na obu płytkach numer 595 nie montuje się gniazd „SEND".
3. Na obu płytkach numer 596 nie montuje się potencjometrów „DURATION".
4. Na drugiej płytce numer 595 nie montuje się kondensatora C43.
5. Na obu płytkach 596 można pominąć gniazda „STEREO IN" oraz elementy: R78÷R85, C39÷C42.
6. Pary płytek łączy się ze sobą odcinkami drutu tak jak to opisano w artykule. W obu parach płytek wykonuje się połączenia X. W pierwszej parze należy wykonać jeszcze połączenie Z.
7. Połączenia U i W są zbędne lecz można je wykonać co usztywnia połączenia pomiędzy płytkami i ułatwia montaż.
8. Na pierwszej płytce 595 należy wykonać przewodem połączenie pomiędzy ujemną okładką C31 a lewym (na schemacie ideowym) końcem rezystora R54.
9. Z drugiej płytki 595 z ujemnej okładki kondensatora C31 należy poprowadzić przewód do punktu Y na pierwszej płytce 595.
10. Na pierwszej płytce 595 montuje się dodatkowy rezystor 10 kΩ/0,125 W który podłączony jest do punktu połączenia rezystorów R54, R55, R56. Dru-



Rys. 1 Schemat blokowy połączeń i zmian w Combie przerabianym na mikser



Rys. 3 Płyta czołowa miksera skala 1:1



Rys. 2 Płyta czołowa miksera skala 1:1

gi koniec rezystora łączy się przewodem z punktem Z na drugiej płytce 596.

11. Lewe (na schemacie ideowym) końce rezystorów R88 na płytkach 595 łączy się ze sobą przewodem.
12. Ze względu na zastosowanie korektora graficznego wskazane jest obniżenie poziomu wysterowania w poszczególnych torach. W tym celu należy rezystory R39 zastąpić zworami. Zagwarantuje to uzyskanie odpowiedniego marginesu na przesterowanie.
13. Należy także połączyć ze sobą zasilanie i masę wskaźników wysterowania.
14. Należy także połączyć ze sobą zasilanie ±15 V i masę zasilania.
15. Zasilanie i masę wskaźników wysterowania można połączyć z głównym zasilaniem na pierwszej płytce 595.

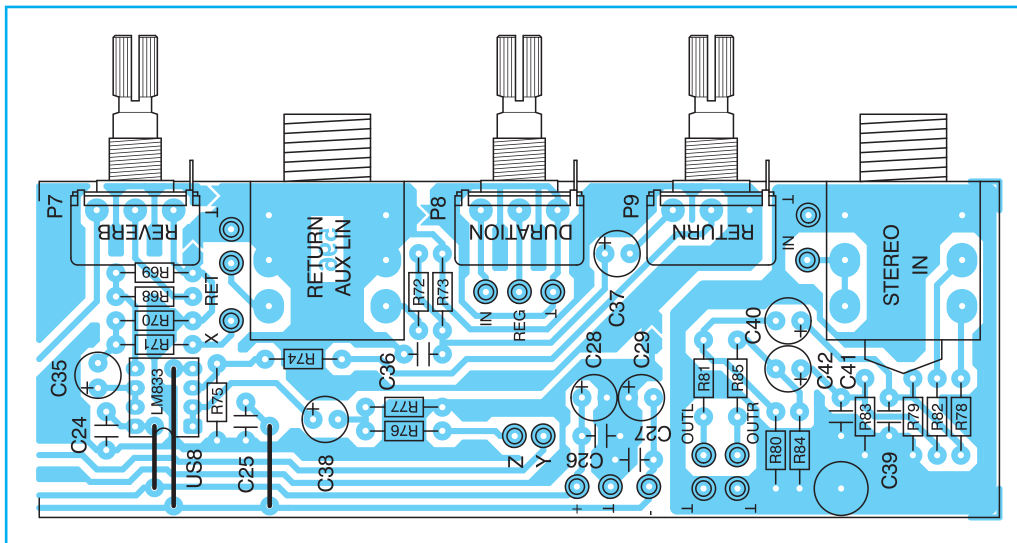
Do wszystkich połączeń stosuje się zwykłe przewody bez ekranu. Wskazane jest jednak aby były one możliwie krótkie.

Do połączenia ze sobą płytek drukowanych można wykorzystać tulejki dystansowe o długości 25 mm. Wtedy odległość pomiędzy osiami potencjometrów w sąsiednich płytkach drukowanych będzie wynosiła 26,5 mm dodatkowe 1,5 mm wynika z grubości laminatu.

Zmontowany zgodnie z powyższymi wskazówkami mikser działa bez zarzutu. W układzie tym potencjometry „SEND" przyjmują funkcję potencjometrów poziomu „LEVEL" w poszczególnych kanałach. Potencjometry „RETURN" na płytkach 596 pełnią także funkcję „LEVEL" dla wejść AUX. Wejścia te nie są objęte regulacją wzmocnienia „GAIN" ani regulacją barwy dźwięku.

Potencjometry „MASTER VOLUME" spełniają funkcję regulatorów głośności dla obu wyjść miksera.
W tej postaci mikser nie może być połączony z urządzeniem wytwarzającym efekt.

Na rysunkach 2 i 3 zamieszczono wzór płyty czołowej miksera. Ze względu na zbyt małe wymiary strony płytę czołową wydrukowano w dwóch częściach. Bez problemu można wykonać z nich kserokopię i to w negatywie, tak aby płyta była czarna z białymi napisami identycznie jak na zdjęciu. Kserokopię dobrze jest wykonać na papierze samoprzylepnym który to



Rys. 4 Poprawiony rysunek rozmieszczenia elementów płytki 596

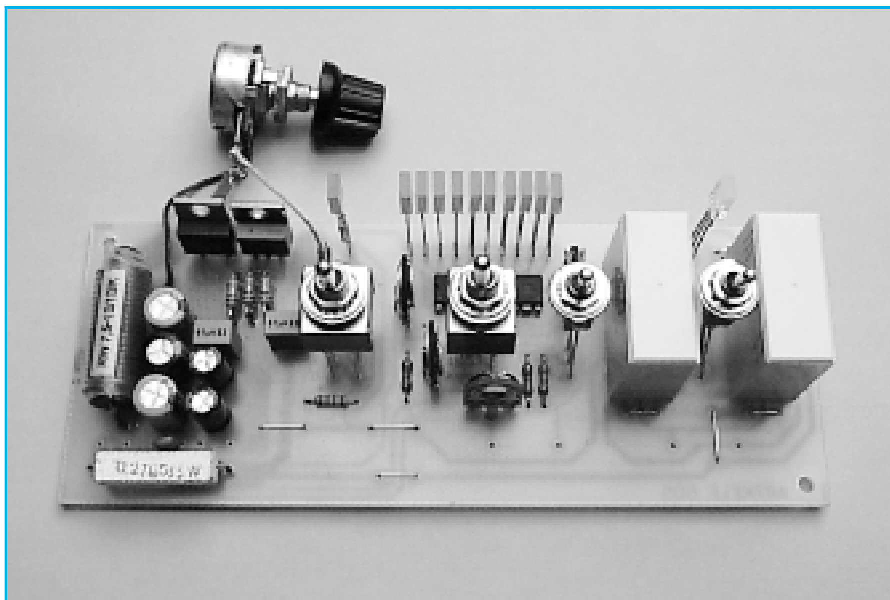
papier przykleja się do płyty czołowej miksera. Warstwę zabezpieczającą można wykonać przez naklejenie samoprzylepnej przezroczystej folii. Otwory w papierze wycina się przy pomocy skalpela dopiero po przyklejeniu całości do płyty czołowej miksera.

W poprzednim numerze PE w artykule o Combo gitarowym na rysunku 8 wkradł się błąd. Na rysunku umieszczono niewłaściwy opis elementów. Teraz ponownie publikujemy poprawiony już rysunek. Za błąd wszystkich przepraszamy.

◊ *Redakcja*

Uniwersalny panel startowy

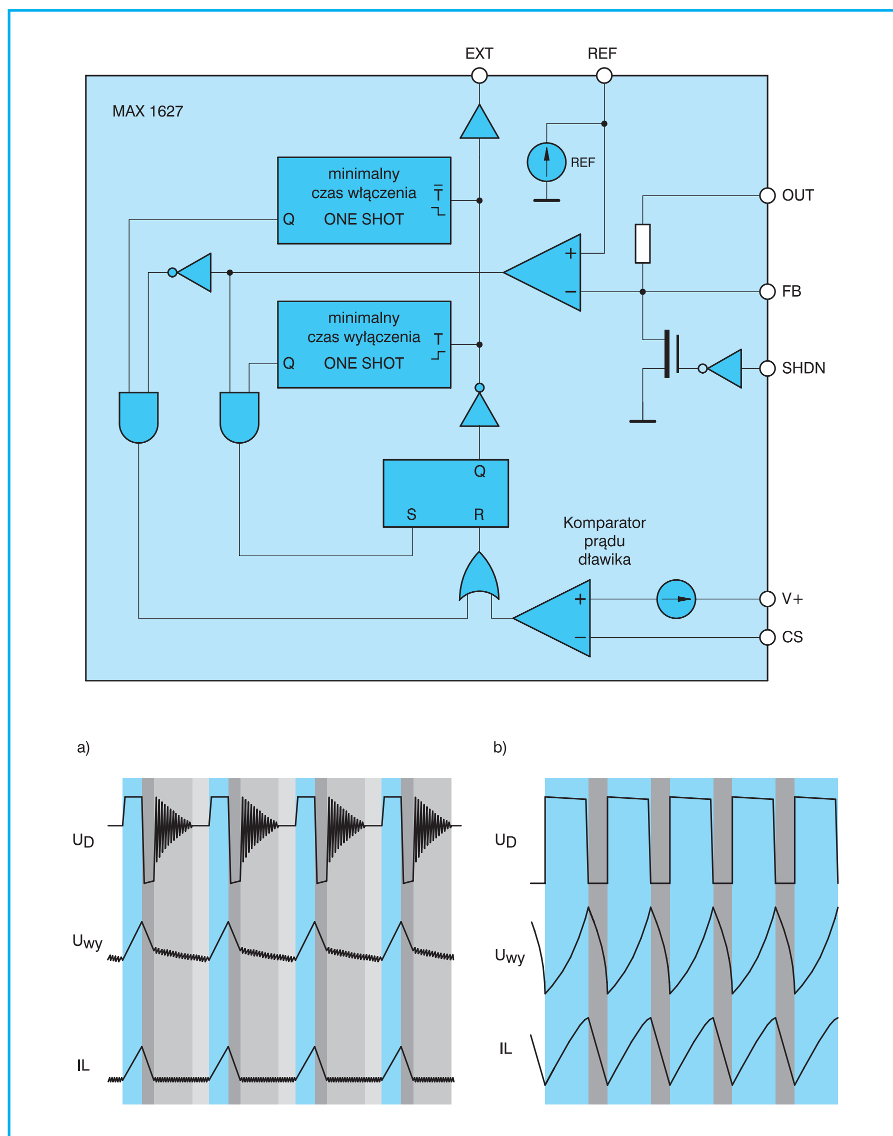
Hobby jakim jest modelarstwo z roku na rok skupia coraz większe rzesze Polaków. Daleko nam jeszcze do takich potęg modelarskich jak Stany Zjednoczone, Niemcy czy choćby nasi południowi sąsiedzi Czesi. Jednak dystans ten powoli zmniejsza się. Współczesne modelarstwo to oprócz mechaniki precyzyjnej także elektronika i to coraz bardziej skomplikowana. Niektórych układów elektronicznych nie opłaca się robić we własnym zakresie, ale i tak pozostaje jeszcze sporo miejsca dla modelarzy elektroników. Uniwersalny panel startowy to miniaturowa „rozdzielnia" elektryczna, która dostarcza wszystkich napięć niezbędnych do obsługi modelu na ziemi. Nasze urządzenie w odróżnieniu od większości spotykanych ma także wbudowaną funkcję diagnostyczną.





Każdy z modelarzy wybierając się w plener oprócz modelu musi zabrać różnego rodzaju akcesoria niezbędne podczas zabawy. Wszystkie te drobiazgi z reguły pakuje się do pokaźnej skrzynki. W skrzynce także musi znaleźć się miejsce na akumulator konieczny do zasilania świecy żarowej. Nierzadko też wykorzystuje się elektryczny rozrusznik silnika i elektryczną pompę paliwową. W takim przypadku konieczny jest drugi akumulator. Niestety wiąże się to z dodatkowymi kosztami i ciężarem. Świece żarowe zasilane są z reguły napięciem 1,25÷1,75 V i pobierają prąd na poziomie 3 A, natomiast inne urządzenia pracują przy napięciu 12 V. W prosty sposób nie można pogodzić ze sobą dwóch różnych odbiorników prądu. Posiadając akumulator 12 V nie sposób zbić napięcie do niecałych 2 V przy pomocy rezystora lub stabilizatora o pracy ciągłej. W elementach czynnych traci się bowiem bardzo dużą moc i niepotrzebnie rozładowuje akumulator.

Jedynym wyjściem jest zastosowanie impulsowego stabilizatora obniżającego napięcie. Urządzenia takie tzw. panele startowe, wraz z miernikiem prądu żarzenia umieszcza się w skrzynce narzędziowej. Dzięki temu do wszystkiego wystarczy jeden akumulator 12 V. Panel wyposażony jest jeszcze w inne udogodnienia. Posiada on wyjście 12 V o zmienianej polaryzacji. Wyjście to przeznaczone jest do zasilania pompy paliwowej. Zmienna polaryzacja potrzebna jest do tankowania i opróżniania zbiornika w modelu. Wyjście to może być wykorzystane także do



Rys. 1 Schemat ideowy panelu startowego

zasilania elektrycznego rozrusznika. Zmienna polaryzacja przyda się do silników o obrotach prawych lub lewych. Jeszcze innym zastosowaniem może być sterownie wyciągarką do szybowców, ale te często są zasilane oddzielnie i mogą być sterowane radiem.

Kolejną funkcją panelu startowego jest pomiar napięcia akumulatora mieszczącego się w modelu. Wiadomo jak duży wpływ na bezpieczeństwo naszej zabawki ma właściwie naładowany akumulator. W nadajniku kontrola napięcia zasilania jest czymś normalnym nawet w aparaturach starszego typu. Natomiast w odbiornikach praktycznie nie spotyka się kontrolki napięcia. Dlatego też panel startowy posiadający wyspecjalizowany woltomierz będzie pomocny przy ocenie stopnia naładowania akumulatorów w modelu.

Przejdźmy jednak do układów elektronicznych, które zaczniemy omawiać poczynając od układu przetwornicy obniżającej napięcie z 12 V do 1,25 V. Na rysunku 1 przedstawiono schemat ideowy całego panelu startowego. Na rysunku 2 mieści się zaś schemat blokowy układu scalonego pracującego w przetwornicy oraz przebiegi napięć i prądów. W przetwornicy zastosowano specjalizowany układ scalony MAX 1627. Zawiera on w sobie wszystkie niezbędne układy, tak że wystarcza dosłownie kilka zewnętrznych elementów i przetwornica gotowa.

Układ działa na zasadzie przetwornicy PFM, czyli przetwornicy o zmiennej częstotliwości pracy. Do jego działania niezbędna są w zasadzie trzy elementy: rezystor pomiarowy prądu maksymalnego dławika R2, klucz T1 i dławik DŁ1.

Gdy napięcie wyjściowe jest zbyt niskie, co stwierdza komparator napięcia wyjściowego włączeniu ulega klucz, którym jest tranzystor MOSFET z kanałem p. Wtedy to przez rezystor R2 i klucz zaczyna płynąć prąd, którego wartość narasta liniowo, co wynika z indukcyjności dławika. Przepływ prądu powoduje magazynowanie energii w dławiku i równocześnie powoduje ładowanie kondensatorów wyjściowych przetwornicy C9÷C11, oraz trafia do obciążenia. Ta faza zaznaczona jest na wykresach kolorem niebieskim.

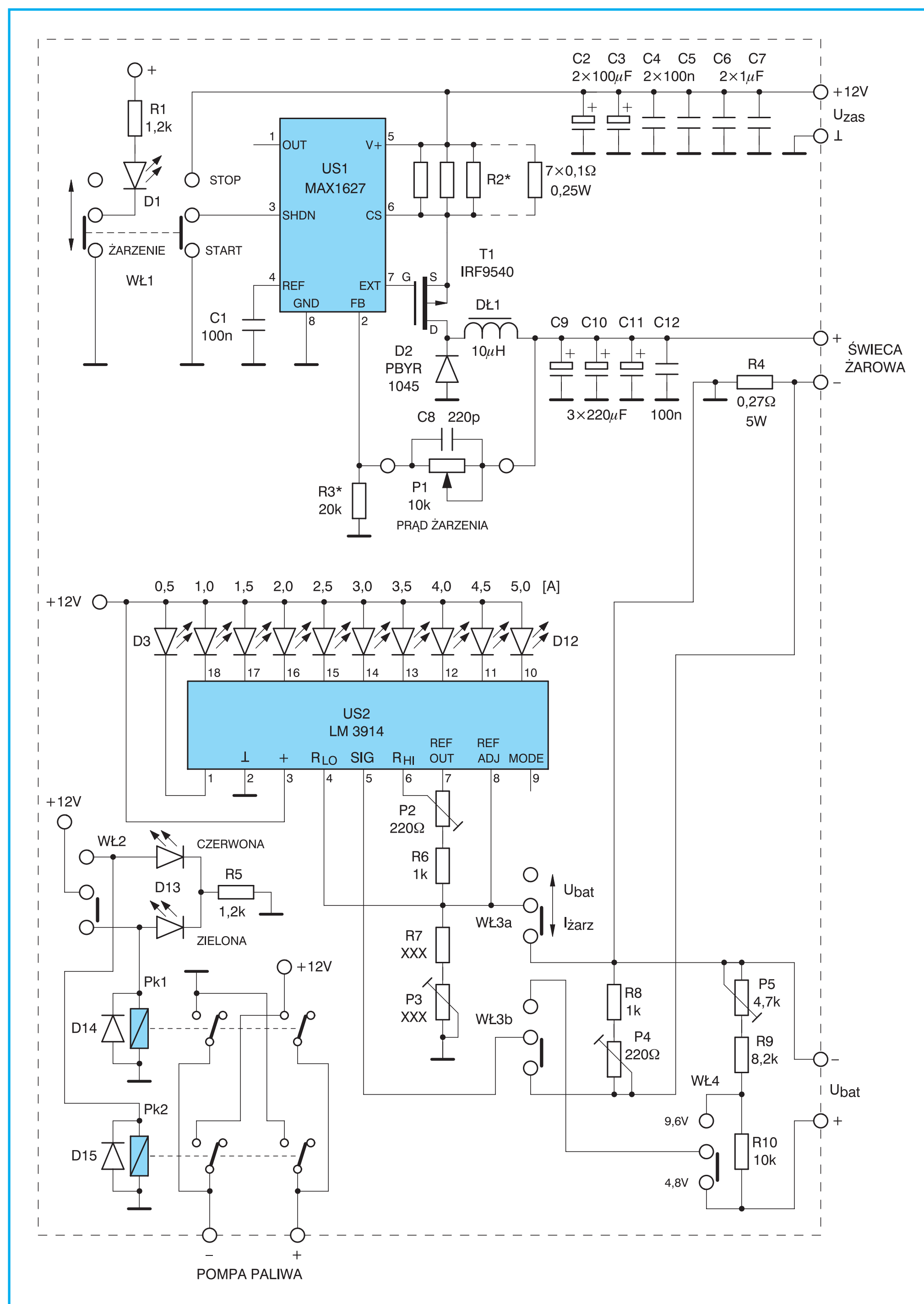
W chwili gdy napięcie wyjściowe przekroczy zadaną wartość tranzystor T1 zostaje wyłączony co zamyka dopływ prądu z zasilania układu +12 V. Indukcyjność dławika DŁ1 podtrzymuje jednak płynący wcześniej prąd kosztem energii pola magnetycznego. Włączeniu ulega dioda D2 (faza zaznaczona kolorem ciemnoszarym). Kondensatory wyjściowe magazynują energię gdy prąd dławika jest duży, a oddają ją gdy prąd dławika jest mały.

Jeżeli napięcie wyjściowe ma wartość o 30% niższą od zadanej jest to sygnał dla układu US1 przejścia do trybu miękkiego startu.

Przetwornica może pracować z przerywanym prądem dławika (rys. 2a) i ciągłym prądem dławika (rys. 2b). W pierwszym rodzaju pracy prąd dławika zaczyna narastać od zera aż do wartości maksymalnej ustalonej rezystorem R2, po czym przychodzi faza wyłączenia tranzystora T1 i prąd dławika liniowo zanika. Łączy się to z oscylacjami, wynikającymi z indukcyjności dławika i pojemności rozproszonej. Zjawisko to jest normalne i niczemu nie przeszkadza. Ten rodzaj pracy ma miejsce przy małych prądach obciążenia.

Przy dużych prądach pobieranych przez obciążenie układ przechodzi do pracy ciągłej podczas której przez dławik płynie cały czas prąd. Raz jest to prąd płynący przez tranzystor T1, a później prąd płynący przez diodę D2.

Z uwagi na wysoką częstotliwość pracy przetwornicy, jak też duże prądy płynące w układzie konieczne jest stosowanie kondensatorów elektrolitycznych o jak najniższej wartości współczynnika ESR. Skrót ten oznacza zastępczą rezystancje szeregową kondensatora. Fizycznie rezystancja ta odpowiada za całko-



Rys. 2 Schemat blokowy układu MAX 1627 i przebiegi napięć i prądów w układzie

wite straty powstające w kondensatorze wynikające z rezystancji doprowadzeń, rezystancji szeregowej elektrod, oraz za straty w dielektryku powstające pod wpływem zmiennego pola elektrycznego. Wartość ESR jest funkcją częstotliwości i temperatury. Z reguły chcąc obniżyć wartość ESR stosuje się równoległe połączenie kilku kondensatorów elektrolitycznych. Dodatkowo przeprowadza się też blokowanie kondensatorami ceramicznymi. Takie właśnie rozwiązania przyjęto w opisywanej przetwornicy. Kondensatory C2, C3, C4, C6 służą do blokowania składowej zmiennej po stronie zasilania. Dodatkowe dwa kondensatory ceramiczne C5 i C7 blokują napięcie zasilania w bezpośredniej bliskości układu US1. Po stronie wyjściowej znajduje się bateria trzech kondensatorów C9, C10, C11 elektrolitycznych oraz kondensator ceramiczny C12.

Pozostałe elementy panelu to miernik prądu żarzenia i napięcia baterii zbudowany w oparciu o układ LM 3914. Zakresy i rodzaj pomiaru zmieniane są przełącznikami WŁ3 i WŁ4.

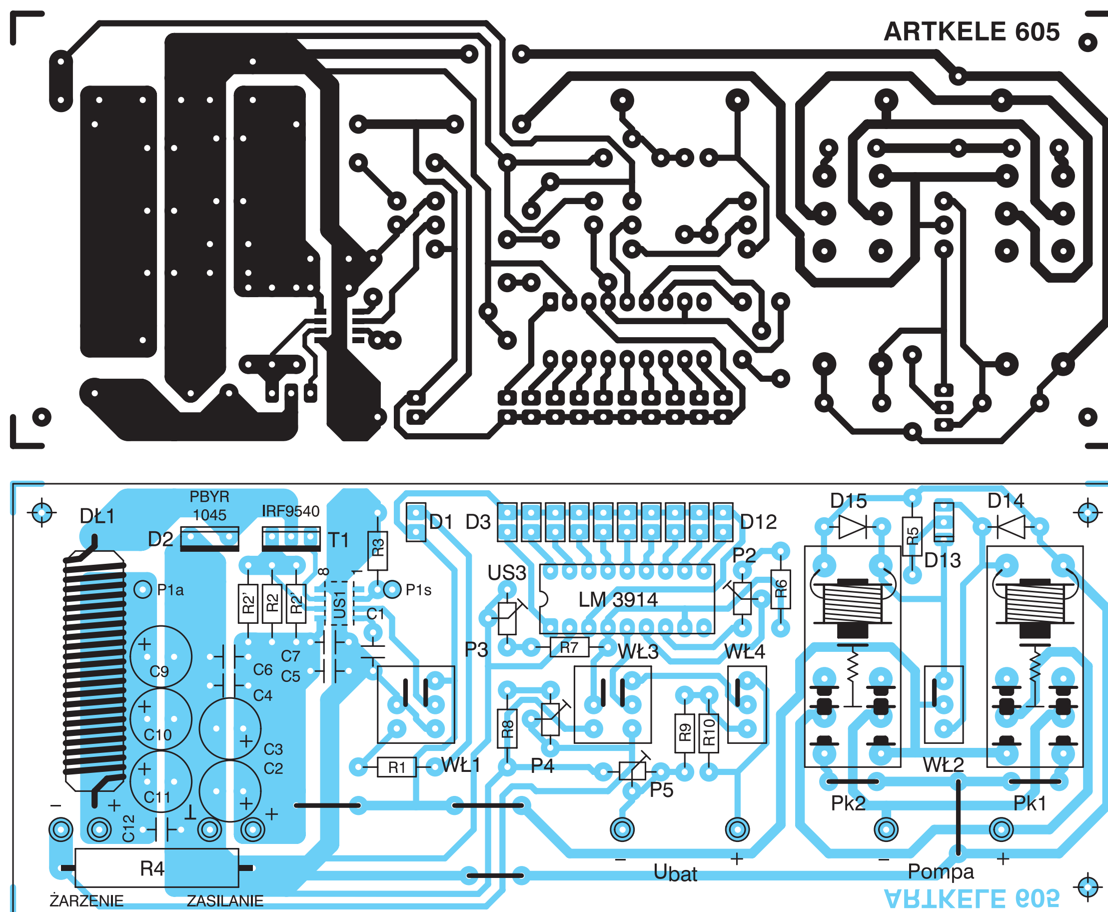
Przełącznik WŁ2 wraz z przekaźnikami Pk1 i Pk2 służy do zmiany polaryzacji napięcia zasilania pompy paliwowej bądź też rozrusznika. W wersji oszczędnościowej można zrezygnować z przekaźników wykorzystując do zmiany polaryzacji sam przełącznik, który w tym wypadku powinien mieć odpowiednią obciążalność prądową styków.

Montaż i uruchomienie

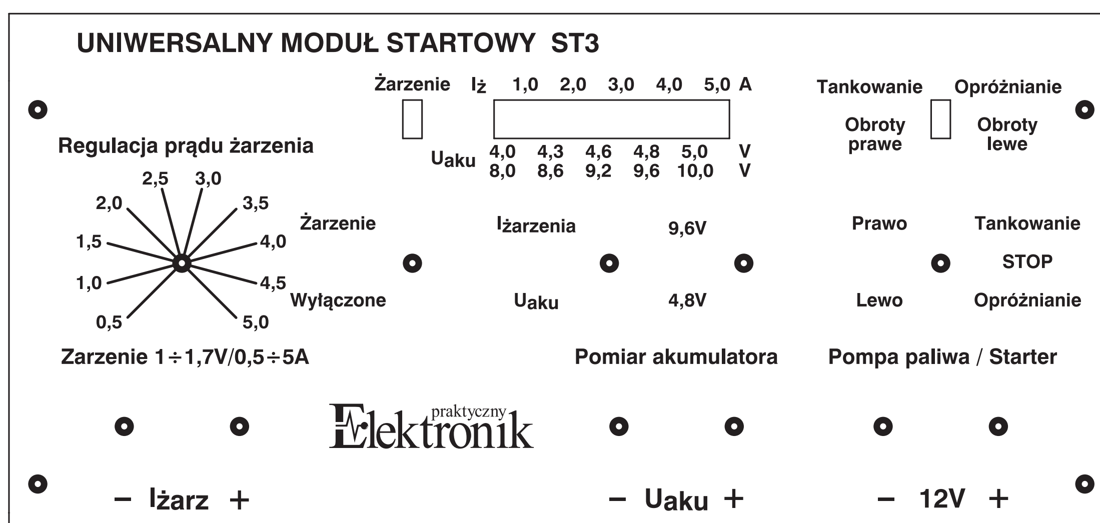
Płytka drukowana została zaprojektowana w taki sposób, że prosto można ją połączyć z płytą czołową. Na płytce znajdują się wszystkie elementy za wyjątkiem potencjometru P1, przełączników WŁ1÷WŁ4 i gniazd wyjściowych.

W obwodzie pomiaru prądu cewki znajduje się rezystor R2 o wartości 0,012 Ω. Został on utworzony z siedmiu rezystorów niskoomowych 0,1 Ω. Są to rezystory w typowych obudowach. Na płytce drukowanej umieszcza się dwie warstwy rezystorów po trzy w każdej, na wierzchu zaś ostatni siódmy rezystor. Należy zadbać, aby wyprowadzenia rezystorów były jak najkrótsze. Chodzi tu o uzyskanie jak najmniejszej indukcyjności doprowadzeń. W żadnym wypadku nie wolno stosować tu rezystorów drutowych, które posiadają, jak na stawiane tu wymagania, bardzo dużą indukcyjność. Równoległe połączenie rezystorów ma także na celu zmniejszenie ich indukcyjności wypadkowej.

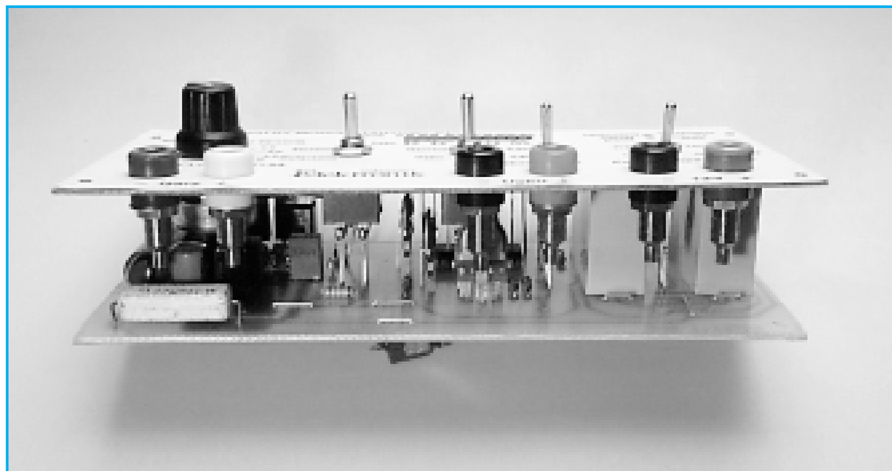
Dioda D2 i tranzystor T1 nie wymagają w zasadzie stosowania radiatora, grzeją się umiarkowanie nawet przy prądach wyjściowych rzędu 5 A. Dla bezpieczeństwa można jednak umieścić te elementy na niewielkim radiatorze wykonanym z blaszki. Należy wtedy od-



Rys. 3 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów



Rys. 4 Wygląd płyty czołowej skala 1:1



Fot. 1 Wygląd panelu startowego z boku

izolować tranzystor T1 od radiatora przekładką izolacyjną.

Po zamontowaniu wszystkich elementów, bez tych montowanych na płycie czołowej, wskazane jest uruchomienie panelu, gdyż później będzie to utrudnione ze względu na kłopotliwy dostęp do potencjometrów montażowych. Podczas uruchamiania do układu trzeba podłączyć potencjometr P1 przy pomocy jak najkrótszych przewodów. Kondensator C8 montuje się bezpośrednio do nóżek potencjometru. Zwieranie odpowiednich styków przełączników WŁ1÷WŁ4 symuluje się zworkami z drutu lutowanymi do pól lutowniczych.

Pierwszym krokiem jest uruchomienie przetwornicy. Jako obciążenie bezpieczniej jest zastosować rezystor (może być drutowy) 0,33 Ω/5 W. Po włączeniu napięcia zasilania przy pomocy WŁ1 włącza się przetwornicę i sprawdza napięcie na obciążeniu. Zakres regulacji napięcia wyjściowego potencjometrem P1 pomiędzy wyjściem „+" na świecę żarową a umasionym końcem rezystora R4 powinien zawierać się w granicach od 1,3 V do 1,8 V. W razie potrzeby można zwiększyć zakres zmniejszając wartość rezystora R3. Zmniejszenie zakresu jest możliwe poprzez przylutowanie do końców potencjometru P1 rezystora o wartości rzędu kilkudziesięciu kiloomów.

Następnym krokiem jest regulacja miernika prądu żarzenia. Potencjometrem P2 ustawia się napięcie stałe między nóżkami 4 i 6 US2 na wartość 1,15 V. Podczas tej regulacji przełącznik WŁ3 powinien być ustawiony w pozycji pomiar $I_{żar}$. Kolejną czynnością jest zmierzenie prądu płynącego przez obciążenie (rezystor 0,33 Ω). Prąd można ustawić potencjometrem P1 na „okrągłą" wartość np. 3 A. Potencjometrem P4 ustawia się wskazania miernika na prąd 3 A (zapalona dioda D8.

Kolejne czynności obejmują kalibrację woltomierza. Dla wygody można teraz wyłączyć przetwornicę. Do wejścia pomiar U_{bat} doprowadza się z zewnętrznego zasilacza napięcie 4,0 V. Przy pomocy potencjometru P3 należy uzyskać zapalenie się diody D3. Przy tej regulacji przełącznik WŁ3 powinien być ustawiony w pozycji pomiar U_{bat}, a przełącznik WŁ4 w pozycji 4,8 V.

W dalszej kolejności zwiększa się napięcie zasilacza do 8,0 V a przełącznik WŁ4 ustawia w pozycję 9,6 V. Potencjometrem P5 należy doprowadzić do zapalenia się diody D3. Na tym proces regulacji się kończy.

Teraz pozostaje tylko połączyć płytę czołową z umieszczonymi na niej przełącznikami i potencjometrem z płytką drukowaną. Można posłużyć się tu odcinkami srebrzanki, która jest bardzo łatwa w lutowaniu. Stosując dość grubą srebrzankę można pominąć mechaniczne łączenie płytki drukowanej z płytą czołową. Rolę tą spełnią druty łączące obie płytki. Można to zobaczyć na fotografi 1.

Redakcja prowadzi wysyłkową sprzedaż płyty czołowej identycznej z rysunkiem 4.

Płytę czołową można także wykonać we własnym zakresie wykonując kserokopię rysunku 4. Kartkę z wydrukiem przykleja się za pomocą taśmy dwustronnej do panelu i zabezpiecza z wierzchu samoprzylepną folią przezroczystą.

Wykaz elementów

Półprzewodniki	
US1	– MAX 1627
US2	– LM 3914
T1	– IRF 9540
D1, D3÷D12	– LED 2,5×5
D2	– PBYR 1045
D13	– LED 2,5×5 dwukolorowa
D14, D5	– 1N4148
Rezystory	
R2*	– 0,1 Ω/0,5 W (7 szt.), patrz opis w tekście
R4	– 0,27 Ω/5 W
R6, R8	– 1 kΩ/0,125 W
R1, R5	– 1,2 kΩ/0,125 W
R7	– 3,3 kΩ/0,125 W
R9	– 8,2 kΩ/0,125 W
R10	– 10 kΩ/0,125 W
R3*	– 20 kΩ/0,125 W, patrz opis w tekście
P2, P4	– 220 Ω TVP 1232
P3	– 1 kΩ TVP 1232
P5	– 4,7 kΩ TVP 1232
P1	– 10 kΩ RV 16LN (PH)
Kondensatory	
C8	– 220 pF/50 V ceramiczny
C1, C4, C5, C12	– 100 nF/50 V ceramiczny
C6, C7	– 1 μF/50 V ceramiczny
C2, C3	– 100 μF/16 V małe ESR, patrz opis w tekście
C9÷C11	– 220 μF/16 V małe ESR, patrz opis w tekście
Inne	
Pk1, Pk2	– RM 82/12 V WŁ1,
WŁ3	– przełącznik dwusekc., dwupozycyjny
WŁ2	– przełącznik jednosekc., trzypozycyjny
WŁ4	– przełącznik jednosekc., dwupozycyjny
DŁ1	– RW 7,5 10 μH/10 A
GN1÷GN6	– gniazda diodowe (banankowe)
płyta czołowa P605	
płytka drukowana numer 605	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki i płyty czołowe z dopiskiem **P605** można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 605 – 9,20 zł
płyta czołowa P605 – 25,00 zł
+ koszty wysyłki (10 zł)

◊ Tomasz Jagodzński

Wykaz płytek drukowanych układów programowanych i innych elementów

Poniżej prezentujemy aktualny cennik płytek drukowanych, układów zaprogramowanych, programów, folii i innych podzespołów dostępnych w sprzedaży wysyłkowej w „Praktycznym Elektroniku”. **Koszty wysyłki wynoszą 10 zł.** Ceny płytek podane przy artykułach w archiwalnych numerach oraz na płycie CD–PE1 są nieaktualne.

Zamówienia przyjmujemy na kartach pocztowych, kuponach zamieszczanych w PE, faksem (**0–68) 324–71–03**, e–mailem (**reklama@pe.com.pl**) i na formularzu na naszej stronie **www.pe.com.pl**. W zamówieniu prosimy podawać dokładnie i wyraźnie swój adres a pod adresem tylko numery płytek lub nazwy programów i podzespołów. Nie przyjmujemy zamówień telefonicznie. Zamówienia od firm przyjmowane są tylko w formie pisemnej z upoważnieniem do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

Płytki drukowane, zaprogramowane układy oraz inne elementy oznaczone w wykazie gwiazdką będą sprzedawane do wyczerpania zapasów magazynowych.

Aktualny wykaz archiwalnych numerów znajduje się przy karcie zamówień.

◊ *Redakcja*

Cennik płytek drukowanych.

Nr	Nazwa	PE	cena
025*	Fonia czterocewkowa	1/93	0,64 zł
037*	Dekoder PAL TC 500D/E	3/93	1,54 zł
038*	Dekoder PAL R202/A	3/93	1,95 zł
041*	Zegar MC 1206 – wyświetlacz	2/93	2,35 zł
048*	Zegar MC 1206 – sekundy cyfrowe	3/93	2,38 zł
053*	Kwarcowy generator 50 Hz	4/93	1,27 zł
055*	Zasilacz do wzmacniacza antenowego	4/93	1,27 zł
064*	Tranzystorowy korektor graf. we/wy	6/93	1,41 zł
065*	Tranzystorowy korektor graf. filtry	6/93	6,31 zł
071*	Fonia do odbioru programu POLONIA	5/93	0,78 zł
072*	Pływające światła – generator	6/93	1,27 zł
078*	Fonia stereo do odbioru Astry	6/93	1,49 zł
095	Radiotelefon na pasmo 27 MHz	9/93	2,53 zł
099*	Przetwornik f/U	10/93	4,40 zł
102	Korektor sygnału video	12/93	2,39 zł
105	Wzm. mocy do radiotelefonu 27 MHz	11/93	1,27 zł
108	Wzmacniacz mocy 150 W	12/93	8,23 zł
109*	Układ logarytmujący	12/93	2,33 zł
111*	Automat losujący	1/94	3,42 zł
116*	Blokada tarczy telefonicznej	2/94	1,45 zł
120*	Termometr – zasilanie bateryjne	2/94	0,64 zł
122*	Konwerter UKF/FM + Dł/Śr	2/94	0,64 zł
124*	Dekoder Pal do OTVC Rubin 714	3/94	2,72 zł
127*	Bootselektor do Amigi	3/94	0,64 zł
130*	Spowalniacz do Amigi	4/94	0,73 zł
131*	Stół mikserski – wzmacniacz sumy	4/94	2,56 zł
133*	Przedłużacz do pilota	4/94	1,26 zł
165*	Obrotomierz cyfrowy – mnożnik	10/94	2,84 zł
170*	Lampa sygnalizacyjna	11/94	2,88 zł
171*	Symetryzator antenowy	11/94	1,74 zł
174	Generator funkcyjny	12/94	2,61 zł
176*	Analizator widma	1/95	8,50 zł
177*	Układ kalibracji prądu podkładu	12/94	3,97 zł
180*	Przedwzmacniacz antenowy	12/94	1,27 zł
186	Generator funkcyjny – płyta główna	1/95	11,40 zł
192*	Układ fonii satelitarnej	2/95	2,72 zł
203*	Zdalne sterowanie oświetleniem	5/95	2,60 zł
208	Mikrofon bezprzewodowy	6/95	1,69 zł
210	Mikroprocesorowy zegar sterownik	6/95	16,05 zł
212	Alarm samochodowy – pilot	6/95	1,52 zł
213	Alarm samochodowy – centralka	6/95	7,39 zł
214	Alarm samochodowy – radiopowiadom.	7/95	3,91 zł
216	Mikrofon bezprzewodowy – odbiornik	7/95	4,47 zł
223*	Przetwornik „True RMS”	9/95	1,01 zł
229*	Przystawka do efektu „TREMOLO”	10/95	0,96 zł
232*	Uniwersalna ładowarka akumul. Ni–Cd	10/95	3,19 zł
233	Mikropr. miernik częst. – pł.głów.	10/95	3,39 zł
234	Mikropr. miernik częst. – mikropr.	10/95	5,92 zł
235	Mikropr. miernik częst. – pł.przed.	11/95	5,92 zł
236	Mikropr. miernik częst. – wzm. We	11/95	7,37 zł
237	Preskaler 1,3 GHz	12/95	1,27 zł
241*	Gwiazda betlejemska – diody	11/95	11,07 zł
242*	Gwiazda betlejemska – automatyka	11/95	2,81 zł
244*	Automatyczny wyłącznik do domofonu	12/95	0,91 zł
251*	Dodatkowe światło STOP w samocho.	1/96	0,65 zł
254	Super Bass	2/96	1,75 zł
255*	Elektroniczna ruletka	2/96	4,25 zł
258*	Regulator żarówek halogenowych	3/96	3,22 zł
262*	Sterownik świateł ulicznych	3/96	1,62 zł
263*	Generator szumu układy dodatkowe	4/96	1,34 zł
264*	Przetwornica +5 V na –5 V	4/96	1,84 zł
270*	Zasilacz napięcia zmiennego	5/96	4,14 zł
271*	Automat perkusyjny – generator	5/96	4,77 zł
272*	Automat perkusyjny – matryca	5/96	1,91 zł
273*	Automat perkusyjny – instrumenty	6/96	5,74 zł
274*	Automatyczny włącznik zapisu	6/96	0,69 zł
280*	Centralka domofonu – płyta przednia	8/96	1,32 zł
281*	Prosty betametr	8/96	0,64 zł
286*	Automat. wyłącznik ster. światłami	9/96	4,75 zł
290*	Intervox	10/96	1,60 zł
292	Przetwornica DC/DC 12V/±30V	10/96	7,22 zł
294*	Kontroler stanu akum. samochodowego	10/96	1,27 zł
296	Samochodowy wzmacniacz HiFi –100W	11/96	6,24 zł
299	Jednozakr. wolt–amper. 3/5 cyfry	12/96	3,76 zł
300	Zasilacz laboratoryjny 2001	12/96	8,58 zł
301	Zasilacz lab. z przetwornikiem. C/A	1/97	5,82 zł
302	Zasilacz laboratoryjny – mikroproc.	1/97	16,45 zł
305*	Zabawka – tester refleksu	12/96	9,55 zł
309	Wzm. mocy MOSFET – TDA 7296	3/97	3,42 zł
311*	Programowany tajmer	2/97	12,45 zł
312	Dekoder SURROUND	2/97	7,32 zł
314	Imobilajzer z oszukiwaczem do sam.	2/97	5,83 zł
315*	Domowy telefon – zabawka	3/97	1,58 zł
317	Aparat (pod)słuchowy	3/97	2,41 zł
318*	Siedmiokanałowy analizator widma	3/97	10,55 zł
321	Generator PAL ster. mikroprocesorem	4/97	5,04 zł
322*	Elektr. przerywacz kierunkowskazów	4/97	1,52 zł
323*	Precyzyjny miernik wysterowania VU	4/97	4,11 zł
327*	Pozycjoner – pilot	5/97	2,84 zł
334*	Sygnalizator dźwiękowy gotow. słoi	6/97	2,22 zł
335*	Konwerter ultradźwiękowy	6/97	4,08 zł
336	Uniwersalny zasilacz LM 317, LM 350	7/97	2,82 zł
338*	Zasilacz impulsowy	7/97	6,90 zł
339*	Programator do tunera telewizyjnego	7/97	11,28 zł
341*	Tester pojemności akumulat. Ni–Cd	8/97	6,24 zł
343*	Wykrywacz kłamstw	8/97	1,63 zł
348*	Sterownik regulator temperatury	9/97	2,72 zł
352*	Przystawka logarytmująca	10/97	3,11 zł
355	Śnieżne gwiazdki na choinkę	11/97	2,81 zł
361*	Akustyczny próbnik przejścia	11/97	1,52 zł
365	Video korektor – rozkodowyw. kaset	12/97	9,96 zł
367*	Fazowy sterownik mocy	12/97	4,53 zł
372	Częstościo. z aut. zmianą zakresu	1/98	5,75 zł

373	Generator funk. 10 MHz pł. czołowa	3/98	17,44 zł
374	Generator funk. 10 MHz sterownik	3/98	7,36 zł
375	Generator funk. 10 MHz pł. główna	3/98	10,35 zł
376	Generator funk. 10 MHz pł. zasilacza	3/98	2,79 zł
378*	Impulsowy stabilizator napięcia	1/98	2,05 zł
379*	Elektroniczny symulator rezystancji	2/98	5,26 zł
380*	Dekoder informacji dodatkowych RDS	2/98	1,85 zł
385*	Regulator do projektora slajdów	3/98	6,11 zł
391*	Elektroniczny potencjometr wieloobrot.	4/98	6,07 zł
392*	Dźwiękowy sygnalizator samochodu	4/98	1,52 zł
394	Samokalibrujący miernik LC	4/98	11,74 zł
395	Uniwersalna karta we–wy do IBM PC	5/98	14,49 zł
396*	Wzmacniacz – przystawka do telefonu	5/98	3,05 zł
399	Miniaturowa kamera telewizyjna	5/98	5,63 zł
402*	Miernik częstotl. – przystawka do PC	6/98	2,22 zł
403	Stół mikserski – wzmacniacz kanałowy	6/98	6,57 zł
404	Stół mikserski – wzmacniacz	7/98	6,25 zł
405	Stół mikserski – wzmacniacz sumy	6/98	6,57 zł
408	Stół mikserski – wskaźnik wysterow.	7/98	6,57 zł
409	Stół mikserski – korektor graficzny	7/98	10,54 zł
410*	Zabezp. mieszkania z radiopowiad.	7/98	6,75 zł
411*	Miniaturowy zasilacz impulsowy	7/98	3,06 zł
413	Wzmacniacz mocy w.cz.	8/98	4,99 zł
416	Uniwersalny sterownik silników krokow.	8/98	4,58 zł
418*	Kompletny wzmacniacz m.cz. 2x40 W	8/98	17,13 zł
419	Gwiazda betlejemska–ozdoba	11/98	5,30 zł
420	Modulator–nadajnik TV małej mocy	9/98	4,29 zł
422*	Woltomierz ze skalą logarytmiczną	9/98	18,04 zł
423*	Moduł przetwornika wartości skutecz.	10/98	2,30 zł
424*	Peak Hold Level Meter	9/98	4,25 zł
425	Prostownik z układem UC 3906	9/98	3,97 zł
426	Mikroprocesorowy regulator mocy	10/98	6,16 zł
429*	Kontroler napięcia akumul. w latarce	10/98	1,90 zł
430*	Rotujący zegar	10/98	5,32 zł
432	Tester żarówek do samochodu	11/98	3,10 zł
433	Bezprzewodowy dzwonek + bariera opto	11/98	5,98 zł
436*	Sygnalizator cofania do samochodu	12/98	2,28 zł
437*	Mini automat perkusyjny	12/98	3,51 zł
440*	Antyusypiacz dla kierowców	1/99	2,53 zł
441	Generator obrazu TV – PAL	2/99	9,30 zł
442*	Tester wzmacniaczy operacyjnych	1/99	3,86 zł
444	Walentynkowe serduszko	1/99	3,15 zł
445	Programator mikrokontrolerów AVR	2/99	16,19 zł
446*	Detektor gołoledzi	1/99	3,61 zł
447*	Disko – błysk	2/99	9,49 zł
449*	Migająca strzałka z wykrzyknikiem	4/99	6,26 zł
450	Oscyloskop cyfrowy – wzm. we.	2/99	7,40 zł
451	Oscyloskop cyfrowy – rejestrator	6/99	16,58 zł
452	Oscyloskop cyfrowy – procesory	5/99	19,36 zł
453	Oscyloskop cyfrowy – zasilacz	7/99	4,24 zł
454	Oscyloskop cyfrowy – klawiatura	7/99	8,28 zł
455*	Refleksomierz – miernik czasu reakcji	3/99	6,14 zł
456*	Scalony generator funkcyjny	2/99	4,62 zł
458	Synteza do tunera UKF	4/99	11,64 zł
459	Stacja lutownicza – regulator temper.	3/99	11,36 zł
460	Programator procesorów ATMEL	4/99	14,67 zł
462*	Ściemniacz oświetlenia wnętrza auta	5/99	2,53 zł
463*	Symulator obecności domowników	6/99	7,40 zł
465	Samochodowy wzm. mocy 4 x 70W	4/99	10,44 zł
466	Przedwzmacniacz samochodowy	5/99	13,54 zł
467	Korektor do przedwzmacniacza samoch.	6/99	9,49 zł
470	Generator UKF	7/99	5,57 zł
471	Generator UKF – synteza częstotliw.	9/99	13,16 zł
472	Ultradźwiękowy odstraszacz psów	6/99	1,90 zł
473	Dekoder dźwięku Canal+	1/00	3,73 zł
475	Laboratoryjny zasilacz 0–30V/5A	9/99	13,29 zł
476*	Uniwersalny tajmer	7/99	4,30 zł

478	Programator PIC16F83/84, 16C84	8/99	3,29 zł
479*	Tłumik regulowany w.cz.	8/99	11,26 zł
480	Mikroprocesorowy wykrywacz metali	7/99	3,54 zł
481*	Kostka do gry	8/99	2,53 zł
484	Szybka ładowarka do akumul. NiCd	9/99	3,80 zł
486*	Sonda napięciowa	9/99	3,54 zł
488*	Wzm. samochodowy z zasil. –/+12V	10/99	8,23 zł
489	Emulator mikrokontrolera AT89C2051	10/99	11,89 zł
490*	Analogowo–cyfrowy miernik częstotliw.	10/99	4,11 zł
491*	Charakterograf – przystawka do oscylo.	10/99	7,34 zł
496	Wentylator do PC	12/99	3,17 zł
497	Termometr diodowy od –8C do +30C	11/99	7,08 zł
498	Analogowo–cyfrowy miernik indukcyj.	11/99	4,11 zł
499	Zasilacz laboratoryjny 0–30V/5A	11/99	9,11 zł
500	Radiopowiadomienie 433 MHz	11/99	8,48 zł
501	Wzorcowy generator kwarcowy z dziel.	12/99	4,11 zł
502	Miniaturowy generator funkcyjny	12/99	4,11 zł
504	Regulator obrotów	1/00	4,55 zł
506	Generator napisów do magnetowidu	12/99	5,45 zł
507	Układ Surround do zestawu stereo	1/00	9,68 zł
509	Od'PIC'owany budzik	2/00	11,32 zł
512	Elektroniczny terminarz	2/01	6,90 zł
513*	Dekoder NICAM	6/00	7,37 zł
514	Syrena policyjna	2/00	2,53 zł
516	Walkmen dla zakochanych	2/00	2,78 zł
517	Zdalne sterowanie oświetleniem cz.1	3/00	10,76 zł
519	Mikser audio do udźwiękowiania filmów	3/00	25,05 zł
521*	Analizator widma z pamięcią	3/00	4,30 zł
522*	Zdalne sterowanie oświetleniem cz. 2	4/00	4,60 zł
523*	Zdalne sterowanie oświetleniem cz. 3	4/00	3,80 zł
524*	Elektroniczna szczurołapka	4/00	3,04 zł
525	Sygnalizator cofania do samochodu	4/00	9,87 zł
526*	Kondensatorowa przetwornica +/–12V	4/00	3,54 zł
528	Subwoofer aktywny – kino domowe	5/00	3,08 zł
529	Wzmacniacz mocy 2x120W	5/00	10,84 zł
530	Impulsowy wykrywacz metali	8/00	10,78 zł
531*	Zamek szyfrowy	5/00	4,13 zł
532	Stabilizator wstępny ograniczający moc strat w tranzystorach szeregowych zasilaczy l aboratoryjnych	6/00	4,84 zł
533	Cyfrowy termometr 2 i 1/2 cyfry	6/00	7,10 zł
534*	Przedwzmacniacz gramofonowy	6/00	7,48 zł
535*	Elektroniczny dzwonek rowerowy	6/00	2,75 zł
536	Aktywny korektor basów	8/00	7,48 zł
537*	Cyfrowy barometr	7/00	7,10 zł
538	Konwerter telewizyjny	7/00	2,97 zł
539	Podłączenie dodatkowego wzm. Mocy do radioodtwarzacza samochodowego	7/00	5,28 zł
541	Elektroniczna kostka do gry	7/00	4,29 zł
542	Automatyczny regulator poziomu dźwięku	11/00	4,84 zł
543	Konwerter UKF FM	8/00	3,36 zł
544	Pomiar pojem. kondensatorów elektrolit.	8/00	4,95 zł
545	Wzmacniacz mocy do subwoofera	8/00	5,28 zł
547	Układ poszerzania bazy stereo	9/00	2,75 zł
548	Stroboskop samochodowy	9/00	3,14 zł
549	Wskaźnik ładowania i rozładowania akumulatora	9/00	3,19 zł
550	Monitor linii telefonicznej	9/00	3,19 zł
551	Wzmacniacz wejściowy do częstościomierza	9/00	3,41 zł
552	Impulsator wycieraczki szyb samochodowych	10/00	2,75 zł
553	Prostownik z automatycznym wyłączaniem	10/00	3,14 zł
554	Przetwornik true RMS – Przystawka do multimetru	10/00	4,95 zł
555	Dwukanałowa analogowo–cyfrowa przystawka do oscyloskopu	10/00	5,72 zł
556	Urządzenie iluminofoniczne	10/00	3,58 zł
557	System monitorująco–rejestrujący z kamerami przemysłowymi	10/00	7,32 zł
558	Przedwzmacniacz Hi–Fi ukł. wej.	11/00	10,78 zł

559	Przedwzmacniacz Hi–Fi ukł. reg	11/00	5,50 zł
560	Wielofunkcyjny domowy system alarmowy – pilot	11/00	2,75 zł
561	Wielofunkcyjny domowy system alarmowy – alarm	11/00	14,08 zł
562	Termoregulator z pomiarem temperatury do mieszkania i samochodu	11/00	11,88 zł
563	Przesuwnik fazy do subwoofera	12/00	2,75 zł
564	Układziki modelarskie	12/00	3,08 zł
565	Mikroprocesorowy programator pracy wycieraczek	12/00	4,29 zł
566	Mininadajnik UKF–FM	12/00	2,75 zł
567	Superbass do samochodu	12/00	8,64 zł
568	Buforowe zasilanie modeli	1/01	3,20 zł
569	Wzmacniacz mocy klasy D	1/01	11,50 zł
570	Świecący numerek policyjny	1/01	8,50 zł
571	Przyrząd elektroakustyka	2/01	9,50 zł
572	Przetwornica do folii elektroluminescencyjnych	1/01	5,50 zł
573	Włącznik dźwiękowy	1/01	6,20 zł
574	Ściemniacz sterowany pilotem	2/01	3,40 zł
575	Ściemniacz sterowany pilotem – pilot	2/01	2,50 zł
576	Kaskadowy wzmacniacz słuchawkowy	2/01	3,00 zł
577	Automatyczna blokada drzwi w samochodach z centralnym zamkiem	3/01	3,00 zł
578	Elektroniczny zapłon do samochodu	2/01	4,90 zł
579	Śpiewać każdy może... Karaoke	3/01	4,00 zł
580	Prosty regulowany zasilacz niskich napięć	3/01	6,90 zł
581	Miernik wysterowania na folii elektroluminescencyjnej	3/01	11,50 zł
582	Rowerowe światło pozycyjne	3/01	3,00 zł
583	Korektor graficzny z diodami w suwakach	4/01	6,20 zł
584	Super wyłącznik do Peceta	4/01	3,00 zł
585	Oscyloskop prawie cyfrowy	4/01	11,20 zł
586	Automatyczna konewka do domu i ogrodu	4/01	5,90 zł
587	Trójpunktowy regulator barwy dźwięku	4/01	3,70 zł
588	Woltomierz elektroakustyka	5/01	10,20 zł
589	Programator pamięci EPROM, EEPROM i FLASH ROM - adapter	5/01	3,00 zł
590	Programator pamięci EPROM, EEPROM i FLASH ROM - programator	5/01	21,50 zł
591	Termohigrometr elektroniczny	5/01	10,60 zł
592	Wzmacniacz mocy 2x120 W lub 1x250 W	6/01	17,50 zł
593	Strachokomar®	5/01	4,00 zł
594	Przestrajany filtr aktywny do subwoofera	6/01	5,30 zł
595	Przedwzmacniacz do Combo	6/01	15,00 zł
596	Przedwzmacniacz do Combo	6/01	15,00 zł
600	Odbiornik radiowy AM	6/01	5,10 zł
601	Alkomat	6/01	4,80 zł
602	Sygnalizator brań gruntowych	6/01	3,00 zł

ZAPROGRAMOWANE UKŁADY:

Nazwa	Opis programu	PE	Cena
BUDZIK	od'PIC'owany zegar–budzik	2/00	45,00 zł
CZĘSTO	miernik częstotliwości	1/98	35,00 zł
EMULAT	emulator 89C2051	10/99	38,00 zł
KOSTKA*	kostka do gry	8/99	12,00 zł
LC	miernik LC	4/98	35,00 zł
MIERNIK	miernik częstotliwości do wyświetlacza LCD 2x24	10/95	18,00 zł
MIERNIK II	miernik częstotliwości do wyświetlacza LCD 2x16	10/95	18,00 zł
NOTES	Elektroniczny terminarz	2/01	40,00 zł
OBRAZ	generator obrazu testowego PAL	2/99	30,00 zł
OSCYLO	zestaw zaprogramowanych układów do oscyloskopu cyfrowego	5/99	150,00 zł
PAL	generator testowy PAL	4/97	35,00 zł
POZYCJONER	pozycjoner satelitarny	5/97	30,00 zł
RDS*	dekoder RDS	3/98	35,00 zł
REGULATOR	regulator mocy	10/98	28,00 zł
RISC	programator mikrokontrolerów AVR	2/99	40,00 zł
SCM	Ściemniacz sterowany pilotem	2/01	35,00 zł
SILNIK	sterownik silnika krokowego	8/98	15,00 zł
SYNTEZA	synteza do tunera UKF	4/99	40,00 zł
UKF	generator serwisowy UKF	7/99	35,00 zł
VIDEO	rozkodowywacz kaset video	12/97	38,00 zł
WEN	regulator obrotów	1/00	28,00 zł
WOLTOMIERZ	laboratoryjny woltomierz	4/97	35,00 zł
WYKR	wykrywacz metali	7/99	35,00 zł
WZM	układ do zestawu wzmacniacza samochodowego	5/99	40,00 zł
ZASILACZ	mikroprocesorowy zasilacz 2000	11/96	25,00 zł
ZEGAR	mikroprocesorowy zegar	6/95	15,00 zł

DYSKIETKI I PŁYTY Z OPROGRAMOWANIEM:

nazwa	opis	PE	cena
CD–PE1	CD–ROM z archiwalnymi numerami Praktycznego Elektronika 1992–97 + programy dla elektroników		30,00 zł
CD–PE2	CD–ROM z archiwalnymi numerami Praktycznego Elektronika 1992–99 + testy audio + książka elektroniczna		30,00 zł
CD–K	Komplet CD–PE1 + CD–PE2		50,00 zł
CD–RISC	CD–ROM z programami i dok. RISC	2/99	35,00 zł
DYSK–RISC	dyskietka z programami RISC	2/99	25,00 zł
OSD	dyskietka do generatora napisów	12/99	30,00 zł
PIC	dyskietka do programatora PIC	8/99	10,00 zł
PROGAT	dyskietka do programatora ATMELI	4/99	25,00 zł

OBUDOWY

symbol	opis	PE	cena
OB459	obudowa do stacji lutowniczej	3/99	30,00 zł
OB–TS	sonda napięciowa, stroboskop samochodowy	9/99; 9/00	7,15 zł

FOLIE

(samoprzylepne folie z wydrukowanymi napisami)

symbol	opis	PE	cena
F490*	folia do analogowo–cyfrowego miernika „f”	10/99	3,50 zł
F491*	folia do charakterografu – przystawki do oscyloskopu	10/99	3,50 zł
F498*	folia do analogowo–cyfrowego miernika „L”	11/99	3,50 zł
F501*	folia do wzorcowego generatora kwarcowego	12/99	3,50 zł

INNE

symbol	opis	PE	cena
MAX713	układ do ładowarki akumulatorów NiCl	9/99	40,00 zł
RDZEŃ	rdzeń z karkasem do ładowarki akumulatorowej	9/99	6,50 zł
RDZEŃ	rdzeń z karkasem do wzmacniacza samochodowego z zasilaczem –12V	10/99	6,50 zł
NAD433	nadajnik radiowy 433 MHz	11/99	15,00 zł
ODR433	odbiornik superreakcyjny 433 MHz	11/99	16,00 zł
ODH433	odbiornik radiowy z przemianą częstotliwości 433 MHz	11/99	88,00 zł
STV 5730A	układ do generatora napisów	12/99	45,00 zł
Q17,7	rezonator kwarcowy do generatora napisów	12/99	5,00 zł
WT262 100 kΩ	potencjometr wieloobrotowy	7/00	4,00 zł

PANELE

symbol	opis	PE	cena
P475	panel do laboratoryjnego zasilacza czterozaciskowego	9/99	35,00 zł

Nowości na rynku RTV

Urządzenia odtwarzające dźwięk są coraz mniejsze, natomiast ekrany telewizorów są coraz większe. Taka jest tendencja na rynku techniki RTV. Telefon komórkowy z telewizorem? A dlaczego nie? Tego rozwiązania można się było spodziewać po serii telefonów z radioodbiornikiem. Prezentujemy kilka nowości wprowadzanych na polski rynek audio-video.



PHILIPS wprowadza przenośny odtwarzacz MP3 eXpanium, który odtwarza płyty CD o średnicy 8 cm.
Przenośny odtwarzacz MP3 eXpanium pozwala na odtwarzanie ponad 3 godzin muzyki zapisanej w formatach MP3, UDF lub AAC z jednej płyty CD o średnicy 8 cm. Nowe, mniejsze płyty mieszczą ponad 3 godziny skompresowanej muzyki w formatach MP3, UDF i AAC.
Ośmiocentymetrowe eXpaniumTM, typ EXP 401, które zostanie wprowadzone na rynek tej jesieni, jest mniejsze od standardowych odtwarzaczy CD (na płyty o średnicy 12 cm) i waży 220 g.
Elektroniczny system antywstrząsowy zapewnia niezakłócone odtwarzanie plików MP3 skompresowanych do 128 kb/s. Dynamic Bass Boost (dynamiczne wzmocnienie basów) dostarcza dwupoziomowego wzmocnienia linii basów.

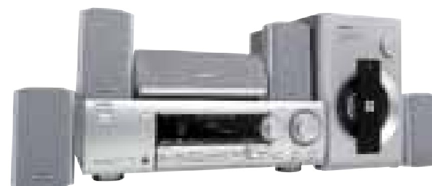


SAMSUNG ELECTRONICS wyprodukował pierwszy na świecie telefon komórkowy z telewizorem. Telefon jest wyposażony w 1,8'' ekran TFT LCD oraz tuner SCH-M220. Urządzenie może pracować w trybie telefonicznym od 100÷170 min. I w trybie telewizyjnym od 130÷200 min (w zależności od rodzaju baterii)

PHILIPS przedstawił nową nagrywarkę DVD - DVDR1000. Dzięki prostej obsłudze, urządzenie pozwoli użytkownikom na łatwe i szybkie tworzenie nagrań video cyfrowej jakości, które mogą być odtwarzane na większości istniejących już odtwarzaczy DVD-video i komputerowych napędów DVD ROM.
Pomysł Philipsa był prosty. Do formatu DVD Video, dodano przycisk „nagrywanie". Produkt opracowywany w taki sposób, aby był kompatybilny z już istniejącymi i wprowadzanymi w przyszłości odtwarzaczami DVD Video i napędami DVD ROM.
Nawet dokonując nagrania ze źródeł analogowych, takich jak konwencjonalna transmisja TV, DVDR1000 zapewnia lepszą niż oryginalna jakość obrazu.



SONY wprowadza nową serię Walkmanów MD. Modelem flagowym jest najmniejszy i najlepiej wyposażony Walkman MD - MZ-R900. Wśród szeregu funkcji, które oferuje na uwagę zasługuje: system MD-LP umożliwiający czterokrotne przedłużenie czasu nagrania, technologia Stamina pozwalająca na nieprzerwane odwarzanie do 66 godzin bez wymiany baterii, funkcja „Joint Text", sterowanie za pomocą dwóch dźwigni Jog, indywidualna pamięć każdej płyty Mini Disc, kontrola szybkości odtwarzania, cyfrowa kontrola poziomu nagrania, możliwość wprowadzania dat i godzin nagrania.



PHILIPS wprowadza na rynek zestaw kina domowego ze zintegrowanym dekoderem Dolby Digital(r) (AC-3), Dolby Pro-Logic(r), DTS i MPEG Multichannel Surround Sound. Pożądaną jakość dźwięku zapewnić ma 5 dwudrożnych głośników i subwoofer wykonany w technologii wOOx.
W zestawie MX 956 zastosowano procesor dźwięku TETRA CORE, TETRA CORE dekoduje dookólne sygnały Dolby Digital, DTS oraz Dolby Pro-Logic. Dzięki mocy obliczeniowej rzędu 100 MIPS (milionów operacji na sekundę) przy 24 bitowej długości słowa procesora zapewnia najlepszą możliwą dokładność odtwarzania. TETRA CORE współpracuje z sygnałami o różnej częstotliwości próbkowania 32, 44.1, 48 i 96 kHz (ta ostatnia wykorzystywana jest przez DVD-Audio). Procesor również automatyczne rozpoznaje format źródła (Dolby Digital, DTS, Dolby Pro-Logic, MPEG i PCM) nie wymagając ręcznego przełączania. TETRA CORE posiada również cyfrowy filtr cross over dla niskich częstotliwości, dzięki któremu dźwięk trafia bezpośrednio do subwoofera.
W zestawie znajduje się 6 głośników: 5 dwudrożnych, 60 Watowych. Trzy, przeznaczone do pracy z przodu, są ekranowane przed promieniowaniem elektromagnetycznym, tak aby nie zakłócać pracy telewizora. Szóstym głośnikiem jest 50 Watowy, aktywny subwoofer wykonany w technologii wOOx, umożliwiającej dokładne odwzorowanie basu nawet przy małym wzmocnieniu. Całkowita moc muzyczna wynosi 350W. Wyjście stereofoniczne 2 x 60W przy impedancji wyjściowej 6 Ohm. Pasmo przenoszenia - 40 Hz do 20 kHz. Całkowite zniekształcenie harmoniczne nie przekracza 0,7%.

◊ J.M.